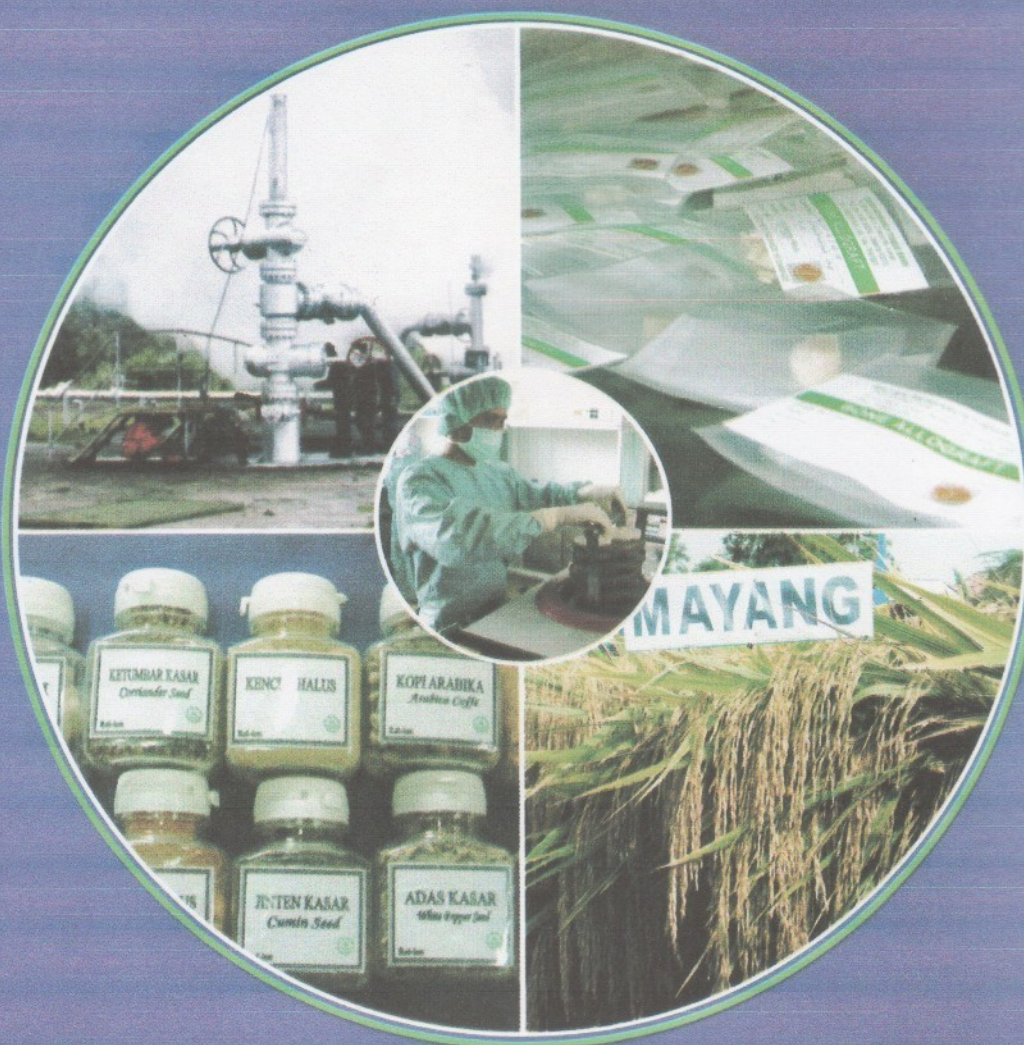


ISBN 978-979-3558-10-3

# RISALAH SEMINAR ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
JAKARTA, 2007



**RISALAH SEMINAR ILMIAH  
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
2006**

Jakarta, 12 Desember 2006

Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi  
Dalam Industri dan Kesehatan



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**



Penyunting :	1. Prof. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS.	PATIR BATAN
	1. Prof. Dr. Singgih Sutrisno	PATIR BATAN
	2. Prof. Dr. Ir. Mugiono	PATIR BATAN
	3. Prof. Ir. Achmad Nasroh K., M.Sc.	PATIR BATAN
	4. drh. Muchson Arifin	PATIR BATAN
	5. Dr. Ir. Soeranto Human, M.Sc	PATIR BATAN
	6. Dr. Hendig Winarno, M.Sc.	PATIR BATAN
	7. Dr. Zainal Abidin	PATIR BATAN
	8. Paston Sidauruk, Ph.D.	PATIR BATAN
	9. Dr. Ir. Sobrizal	PATIR BATAN
	10. Dr. Nada Marnada, M.Eng.	PATIR BATAN
	11. Dr. Ir. Zubaidah Irawati	PATIR BATAN
	12. Drs. Harwikarya, MT.	PATIR BATAN
	13. Dr. Nelly D. Leswara	(UI)
	14. Dr. Ir. Sri Djuniwati, M.Sc	(IPB)
	15. dr. Ari Fahril Syam SpPD,KGHE,MMB	(RSCM)

---

SEMINAR ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2006 : JAKARTA),  
 Risalah seminar ilmiah aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 12 Desember  
 2006 / Penyunting, Elsje L. Pattiradjawane ... *(et al)* -- Jakarta : Badan  
 Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi,  
 2007.

1 jil.; 29 cm

Isi jil. 1. Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi Dalam Industri dan  
 Kesehatan

**ISBN 978-979-3558-10-3**

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Elsje L. Pattiradjawane

---

Alamat : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi

Jl. Cinere Pasar Jumat

Kotak Pos 7002 JKSKL

Jakarta 12070

Telp. : 021-7690709

Fax. : 021-7691607; 7513270

E-mail : patir@batan.go.id; sroji@batan.go.id

Home page : <http://www.batan.go.id/patir>



## **PENGANTAR**

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (PATIR - BATAN) telah menyelenggarakan Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi ke 17, di Jakarta tanggal 12 Desember 2006. Seminar ilmiah ini bertujuan untuk menyebarluaskan hasil-hasil penelitian teknologi isotop dan radiasi serta sebagai sarana tukar menukar informasi di antara para peneliti atau antara para peneliti dan industriawan. Hal ini untuk lebih memperluas wawasan para peneliti dan agar lebih dapat mendayagunakan teknologi isotop dan radiasi dalam bidang pertanian dan peternakan, industri, hidrologi dan lingkungan. Pada tahun ini tema Seminar Apirora adalah Aplikasi Teknologi dan Radiasi dalam Industri dan Kesehatan.

Seminar ilmiah ini dihadiri oleh 140 peserta (36 peserta undangan, dan 104 peserta lainnya) yang terdiri dari instansi terkait, ilmuwan dan peneliti.

Peserta pertemuan ilmiah terdiri dari :

- Lingkungan Batan;
- Instansi Pemerintah : Kementrian Riset dan Teknologi, Departemen Pertanian, Badan Standardisasi Nasional; Balai Penelitian Tanaman Sayur (Balitsa) - Bandung; Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro), Balai Penelitian Bioteknologi (Balitbio) & Balai Embrio Ternak (BET) - Bogor; dan Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithias) - Pasar Minggu;
- Perguruan Tinggi : Universitas Indonesia - Jakarta, Institut Pertanian Bogor - Bogor, Universitas Hasanuddin - Makasar, dan Universitas Andalas - Padang;

Seminar ilmiah ini memuat seluruh makalah yang dipresentasikan dalam pertemuan tersebut yaitu 3 makalah utama/undangan dan 27 makalah peserta. Sedangkan makalah yang tidak dipresentasikan, tidak dimuat dalam risalah ini.

Seminar pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknologi nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang pembangunan nasional di masa datang.

Penyunting,



## DAFTAR ISI

Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Laporan Ketua Panitia Seminar Ilmiah .....	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional .....	ix

### MAKALAH UNDANGAN

<b>Teknologi Irradiasi Untuk Meningkatkan Keamanan Pangan</b> DEDI FARDIAZ (Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya) Badan Pengawas Obat dan Makanan, RI .....	1
<b>Peran Bioteknologi Dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia</b> SUTRISNO Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian .....	17
<b>Peran Teknik Nuklir Dalam Agroindustri Tanaman Obat</b> M. JANUWATI (Peneliti Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik) .....	27

### MAKALAH PRESENTASI LISAN

✓ Kandungan Logam Berat Pada Hati dan Usus Sapi yang Dipelihara di TPA Jatibarang Semarang Setelah Direbus Dengan Daun Kumis Kucing ( <i>Orthosiphon stamineus Benth</i> ) B. DWILOKA, D.L.M.R. RASANA'E dan E. RIAN TO .....	33
Cemaran Awal Bakteri Serta Dekontaminasi Bakteri Patogen Pada Daging Bebek ( <i>Anas javanica</i> ) Dengan Iradiasi Gamma. HARSOJO dan LYDIA ANDINI .....	43
Deteksi <i>Mycobacterium tuberculosis</i> dan Resistensinya Terhadap Rifampisin dengan Metode <i>Nested Polymerase Chain Reaction/PCR</i> dan Sekwensing. MARIA LINA R. ....	49
Pengembangan Analisis Menggunakan XRF Untuk Penentuan Unsur Pb, Fe dan Ti Dalam Larutan Dengan Metode Tetes ROSIKA K., S. FATIMAH, ARIF N. ....	57
Pengaruh Parameter Proses Pada Pembersihan SO <sub>2</sub> Dalam Gas Buang Menggunakan Berkas Elektron MERI SUHARTINI dan TRI RETNO DYAH L. ....	63
Pengaruh Radiasi Berkas Elektron Terhadap Kualitas Kulit R. DIDIEK HERHADY, R. SUKARSONO .....	67
Faktor Fisiologi Tanaman Tepi Jalan Yang Menentukan Kemampuan Serapan Polusi Udara Gas <sup>15</sup> NO <sub>2</sub> PANGESTI NUGRAHANI, NIZAR NASRULLAH, dan ELSJE L. SISWORO .....	75
Penampilan Dan Produksi Galur Mutan Kedelai M.220 Di Berbagai Lokasi Dataran Rendah Di Indonesia HARRY IS MULYANA, MASRIZAL, KUMALA DEWI, ARWIN dan SISWOYO...	81



Pengaruh Kondisi Persiapan Analisa Karakteristik Pati Hidroksipropilasi Galur Mutan Sorghum Zh-30 DWI DJOKO SLAMET SANTOSA dan SOERANTO HUMAN .....	95
Pengamatan Sifat Agronomi Dan Mutu Serat Galur Mutan Harapan Kapas K <sub>j</sub> 1 dan K <sub>j</sub> 2 di NTB LILIK HARSANTI, TARMIZI, ITA DWIMAHYANI dan MUGIONO .....	101
Pengaruh Iradiasi Gamma Terhadap Kemampuan Kawin dan Fertilitas Lalat Buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) RACHMIA WIDIYANA dan ACHMAD NASROH. KUSWADI .....	107
Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Stek Pucuk Krisan ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.) CV. Dark Fiji ITA DWIMAHYANI, SASANTI WIDIARSIH dan YULIDAR .....	115
Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Pada Pertumbuhan Plantlet Anggrek Bulan <i>Phalaenopsis amabilis</i> (L.)Bl. RAHAYU SULISTIANINGSIH, dan WOERJONO MANGOENDIDJOJO .....	121
Viabilitas Probiotik Khamir Sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia W.MARDIANA, DINARDI, N. LELANANINGTYAS, dan I. SUGORO .....	127
Peningkatan Skala Produksi Probiotik Khamir Mutan Dalam Medium Tapioka Iradiasi M.R. PIKOLI, D. MAHDYAH dan I SUGORO .....	131
✓ Kandungan Logam Berat Pada Daging Dada dan Hati Ayam Broiler Yang Dijual di Pasar Tradisional Kota Semarang Setelah Direbus dan Dibakar B. DWILOKA, J. ZIA-ULHAQ, D. WAHYUNDARI, dan R. MIRANDA .....	137
<b>MAKALAH POSTER</b>	
Pengaruh Radiasi Gamma Terhadap Sifat Fisik Karet Sintetis <i>Nitril Butadiene Rubber</i> Vulkanisat SUDRADJAT ISKANDAR .....	145
Kepekaan <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Terhadap Ekstrak Daun Legundi ( <i>Vitex trifolia</i> Linn.) Iradiasi NIKHAM .....	153
Studi Awal Pengukuran Tebal Pipa Terselubung Dengan Teknik Radiografi Tangensial SOEDARDJO .....	161
Studi Eugenol Sebagai Bahan Tahan Radiasi ERIZAL, DEWI S.P dan A. SUDRAJAT .....	171
Deteksi Radikal Bebas Pada Daging Kering (Dendeng dan Abon) Iradiasi Menggunakan Alat Ukur <i>Elektron Spin Resonance</i> (ESR) .....	181
RINDY PANCA TANHINDARTO	
LD <sub>50</sub> Sinar Gamma Pada <i>Streptococcus agalactiae</i> Untuk Bahan Vaksin Iradiasi Mastitis Pada Sapi Perah T. HANDAYANI, B. J. TUASIKAL, dan I. SUGORO .....	189



Percobaan Pengurangan Jumlah Keturunan Pertama ( $F_1$ ) Lalat Buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) Akibat Pengelepasan Lalat Mandul Radiasi Pada Skala Kurungan Lapang INDAH A. NASUTION dan A.N. KUSWADI .....	193
Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma $^{60}\text{Co}$ Terhadap Pertumbuhan Stek Lada ( <i>Piper Nigrum</i> L.) CV. Petaling 1 ISMIYATI SUTARTO, AGUS DARMAWAN, dan MARINA YUNIAWATI M. ....	199
Perbaikan Daya Hasil Varietas Padi Cimelati Melalui Teknik Mutasi LILIK HARSANTI dan MUGIONO .....	205
Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Pertumbuhan Sorgum Manis ( <i>Sorghum bicolor</i> L.) M. IMAM SURYA dan SOERANTO H. ....	209
Pengaruh Formula Pakan Terhadap Perkembangan Ikan Patin ( <i>Pangasius Sp</i> ) Yang Dipelihara di Waring Apung ADRIA PM dan JENNY MU .....	217

#### LAMPIRAN

Daftar Panitia .....	221
Daftar Ketua Sidang .....	223
Daftar Peserta .....	225



## LAPORAN KETUA PANITIA PELAKSANA

Yang terhormat,

1. Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional, Bapak Prof. Dr. Soedyartomo Soentono M.Sc.
2. Deputi Bidang Pengawasan Keamanan pangan dan bahan berbahaya, Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Bapak Prof. Dr. Ir. Dedi Fardiaz, MSc.
3. Direktur Balai Penelitian Genetik, Departemen Pertanian. Bapak Dr. Sutrisno
4. Ibu Ir. M. Yanuwati MS. APU, Balai Penelitian Tanaman Obat, Departemen Pertanian.
5. Deputi, pejabat eselon II Badan Tenaga Nuklir Nasional, Undangan serta hadirin yang saya hormati

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh, (Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita sekalian).

Pertama-tama, marilah kita mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan yang maha kuasa atas limpahan karunia dan ridho-Nya, sehingga kita dapat hadir di tempat ini dalam rangka mengikuti Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. Perkenankan saya melaporkan tentang pelaksanaan kegiatan seminar ini.

Bapak-bapak dan Ibu-ibu yang saya hormati

Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) yang setiap tahunnya diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) merupakan ajang pertemuan dan tukar menukar informasi ilmiah antar instansi, lembaga Penelitian, kalangan Industri dan Pengguna. Seminar tahun 2006 kali ini merupakan seminar ke 17 dengan tema "Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi Dalam Industri dan Kesehatan". Materi yang akan disampaikan mencakup aplikasi teknologi isotop dan radiasi dalam bidang industri, kesehatan, pertanian, peternakan, keselamatan, sumber daya alam, lingkungan dan teknik lainnya yang terkait. Berdasarkan tema tersebut, maka sebagai prioritas penekanan pembahasan kali ini adalah pada bidang industri yang berkaitan dengan Kesehatan. Untuk itu sebagai pembicara undangan kami telah mengundang pejabat penentu kebijakan dan para ahli dari departemen dan badan terkait dengan bidang Industri dan kesehatan. Diantaranya dari Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), Balai Penelitian genetik (BALITGEN) dan Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik (BALITRO), 3 (tiga) Makalah Undangan tersebut akan disajikan dalam Sidang Pleno.

Seminar akan berlangsung selama 1 (satu) hari, diikuti oleh sekitar 150 orang peserta yang berasal dari berbagai lembaga Peneliti, Perguruan Tinggi, BATAN, Instansi swasta dan pihak lain yang terkait. Makalah terdaftar masuk sebanyak 40 makalah, 11 ditolak karena berbagai alasan. Sebanyak 29 makalah yang diterima terdiri dari 14 makalah bidang Industri, kesehatan, sumber daya alam dan lingkungan, dan 15 makalah bidang pertanian dan peternakan. Makalah dari peserta penyaji akan dipresentasikan dalam 2(dua) kelompok, yaitu :

I. kelompok Industri yang terdiri dari bidang Industri, kesehatan sumber daya alam dan lingkungan. II. kelompok Pertanian yang terdiri dari bidang pertanian dan peternakan. Makalah yang disajikan dalam pertemuan ilmiah ini akan dibukukan dalam bentuk prosiding segera setelah seminar selesai diselenggarakan.

Kami atas nama seluruh panitia pelaksana Seminar Aplikasi Isotop dan Radiasi mengucapkan terimakasih kepada Bapak Kepala BATAN, Bapak Deputi Bidang Pendayagunaan Hasil Litbang dan Pemasaryakatan IPTEK Nuklir, dan Ibu Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN. Yang telah memberikan bantuan moril sehingga seminar ini dapat terlaksana. Terimakasih kami ucapkan juga kepada sponsor dan seluruh pihak yang turut berpartisipasi dalam mensukseskan pertemuan Ilmiah ini.

Akhirnya kami mengucapkan selamat mengikuti seminar, semoga seminar ini bermanfaat, dan dapat mencetuskan beberapa ide baru. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Jakarta, 12 Desember 2006  
Panitia Pelaksana  
Ketua,

Dr. Meri Suhartini, M.Si  
NIP. 330003969



**SAMBUTAN KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PADA ACARA PEMBUKAAN SEMINAR ILMIAH APISORA  
JAKARTA, 12 DESEMBER 2006**

Yang terhormat,  
Para Pembicara Undangan  
Para Pejabat Struktural di Lingkungan BATAN  
Para Peserta Seminar  
dan Hadirin Sekalian

Assalamualaikum Wr. Wb.  
Salam Sejahtera bagi kita semua, dan  
Selamat Pagi.

Bapak-Ibu yang saya hormati,

Alhamdulillah, puji syukur kami persembahkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas limpahan rahmat dan perkenan-Nya, di pagi hari ini kita bisa berkumpul bersama untuk mengikuti acara pembukaan Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi yang diselenggarakan di gedung Perasten BATAN. Seminar ilmiah seperti ini telah diselenggarakan secara rutin oleh Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) sejak tahun 1983.

Sedangkan untuk tahun yang lalu, seminar difokuskan untuk membahas atau mendiskusikan hasil-hasil penelitian pemanfaatan teknologi isotop dan radiasi dibidang pertanian perternakan (keduanya berkaitan dengan permasalahan ketahanan pangan) industri dan lingkungan.

Sehubungan dengan tema seminar tahun ini (antara lain mendiskusikan pengembangan teknologi di bidang kesehatan) dan tema seminar tahun lalu (yang membahas hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan ketahanan pangan), perkenalkan saya menyinggung secara selintas tentang rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) 2004-2009, Kebijakan Strategis Nasional (Jakstranas) Iptek 2005-2009, dan Agenda Riset Nasional (ARN) 2006-2009.

Hadirin undangan dan peserta seminar yang kami hormati

Dalam era global sekarang ini, salah satu fakta penting yang menjadi penentu daya saing sebuah bangsa adalah kemampuan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek). Penguasaan iptek dapat diperoleh melalui penelitian, pengembangan, dan penerapan teknologi secara berjenjang dan berkesinambungan. Penguasaan Iptek, mutlak diperlukan untuk bisa meningkatkan daya saing bangsa dan kesejahteraan rakyat. Tantangan ilmuwan - peneliti saat ini dan di masa yang akan datang akan semakin berat, yaitu menjadikan program penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (melalui penelitian dan pengembangan) sebagai pemicu dan pemacu kemajuan dan daya saing bangsa serta sebagai kekuatan penggerak dan pendorong roda pembangunan menuju kehidupan yang lebih sejahtera dan bersifat berkelanjutan. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2004-2009 Menempatkan peningkatan kemampuan iptek sebagai salah satu agenda nasional. Dengan mempertimbangkan berbagai masalah dan tantangan yang perlu diatasi melalui pemanfaatan iptek. Maka Kebijakan Strategis Nasional dibidang Iptek (Jakstranas Iptek) 2005-2009 memberikan penekanan pada beberapa hal berikut

- (i) Memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi ;
- (ii) Membangun kesejahteraan dan peradaban bangsa ;



- (iii) Menjunjung prinsip dasar dan nilai luhur yaitu : visioner, unggul (excellence), inovatif, dan akuntabel (accountable) secara financial, moral, lingkungan, budaya, social-kemasyarakatan, politis, dan ekonomi.
- (iv) Mengembangkan masyarakat berbasis pengetahuan (knowledge Based Society) yang didukung oleh empat pilar kehidupan bermasyarakat, yaitu kreasi, pemeliharaan, diseminasi, dan pemanfaatan pengetahuan.
- (v) Disesuaikan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) 2004-2009 yang menetapkan bidang fokus pada : Ketahanan pangan, energi baru dan terbarukan, teknologi dan manajemen transportasi, teknologi informasi dan komunikasi, teknologi pertahanan, teknologi kesehatan dan obat-obatan.

Berdasarkan Jakstranas Iptek diatas, maka Agenda Riset Nasional (ARN) 2006-2009 diformulasikan kedalam fokus area pembangunan nasional iptek yang mencakup enam bidang berikut :

- Bidang Ketahanan Pangan
- Bidang Energi Baru dan Terbarukan
- Bidang Teknologi dan Manajemen Transportasi
- Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi
- Bidang Teknologi Pertahanan dan Keamanan
- Bidang Teknologi Kesehatan dan Obat-obatan.

Agenda Riset Nasional (ARN) 2006-2009 menjadi pedoman dan rujukan bagi para peneliti, akademisi, para pengambil kebijakan dan seluruh komponen bangsa dalam meneliti, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi. ARN 2006-2009 juga merupakan ukuran capaian dari seluruh kegiatan penelitian dan pengembangan iptek di Indonesia.

Bapak ibu yang saya hormati

Saya ingin agar semua pejabat fungsional dan struktural di Batan, selain menggunakan Renstra Batan, hendaknya juga mengacu Jakstranas Iptek dan ARN dalam perencanaan program dan anggaran penelitian. Kita semua harus sadar bahwa program litbang di Batan merupakan bagian integral dari program pembangunan Iptek lingkup nasional, dan program pembangunan iptek adalah bagian integral dari program pembangunan nasional. Masyarakat ilmuwan-peneliti merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari masyarakat Indonesia. Oleh sebab itu, hendaknya kita semua harus bisa memberikan manfaat kepada masyarakat, bukan yang sebaliknya. yaitu menjadi beban masyarakat.

Hadirin undangan dan peserta seminar yang saya hormati

Saya memperoleh laporan dari staf saya, bahwa pertemuan ilmiah tahun ini hanya dilaksanakan selama satu hari. Tahun-tahun sebelum pertemuan ilmiah seperti ini selalu berlangsung selama dua hari, dengan agenda yang sudah dipadatkan. Dibandingkan dengan tahun-tahun yang lalu, tahun ini jumlah pemakalah dan makalah yang layak, sangat menurun. Keadaan seperti ini perlu menjadi perhatian kita semua, kita perlu mencari penyebabnya, kita perlu melakukan evaluasi, antara lain mengenai persiapan, penyebar luasan informasi, selang waktu antara penyebaran informasi dengan tanggal penutupan pendaftaran, dan lain sebagainya.

Pertemuan ilmiah seperti ini, paling sedikit mempunyai dua manfaat. Pertama, dari kepentingan ilmuwan-peneliti, pertemuan ilmiah adalah wadah untuk berkomunikasi dan bertukar pikiran antar peneliti dari berbagai lembaga iptek dalam bidang keilmuan yang serumpun. Para peneliti dapat memetik manfaat untuk memperluas wawasan, permasalahan, dan pengetahuan tentang berbagai hal yang menjadi fokus dari penelitiannya. Dari kontak dan komunikasi ilmiah selama pertemuan, dikemudian hari bisa dikembangkan dan dirumuskan menjadi sebuah penelitian bersama yang lebih utuh tidak terfraksinasi. Perpaduan antara wawasan, pengalaman, dan kemampuan ilmiah dalam sebuah program penelitian bersama bisa menghasilkan suatu produk litbang yang lebih berkualitas dengan pembiayaan yang



lebih efisien. Kedua, dari kepentingan lembaga (BATAN), pertemuan-pertemuan ilmiah seperti ini, hendaknya dijadikan instrumen evaluasi untuk mengetahui kemajuan pelaksanaan suatu program, tingkat keberhasilan, hambatan dan masalah. Saya ingin dimasa yang akan datang ada suatu pertemuan ilmiah yang dirancang khusus oleh unit pengelola program dan anggaran BATAN dengan tujuan untuk mengevaluasi pelaksanaan program-program prioritas, baik yang didasarkan pada land mark BATAN, program prioritas sesuai dengan apa yang tercantum dalam Renstra BATAN, ataupun yang didasarkan pada fokus area ARN. Pertemuan seperti ini jika ditangani secara profesional dan direncanakan dengan matang akan memberikan manfaat yang besar bagi kemajuan BATAN.

Bapak dan Ibu para hadirin yang saya hormati,

Demikianlah beberapa hal yang ingin saya sampaikan pada acara pembukaan seminar ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) tahun 2006 ini, mudah-mudahan dapat memberikan kejelasan arah yang harus kita tempuh di dalam merancang program litbang di bidang aplikasi teknologi isotop dan radiasi ke depan. Selanjutnya pada akhir sambutan ini, saya ingin menyampaikan ucapan selamat berdiskusi, semoga seminar ilmiah ini berlangsung lancar dan sukses serta dapat membuahkan manfaat bagi kepentingan kita semua. Saya juga ingin menyampaikan terima kasih kepada panitia penyelenggara atas usaha dan jerih payah yang telah dilakukan demi terselenggaranya seminar ilmiah ini.

Akhirnya, dengan mengucap "**Bismillahirrohmanirrohim**" seminar ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi teknik isotop dan teknologi radiasi secara resmi saya nyatakan dibuka.

Terima Kasih,  
Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.  
Jakarta, 12 Desember 2006  
Kepala BATAN

Prof. Dr. Soedyartomo Soentono, M.Sc.



## TEKNOLOGI IRRADIASI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN

Dedi Fardiaz

Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya  
Badan Pengawas Obat dan Makanan, RI

### ABSTRAK

Riset aplikasi iradiasi pada pangan sesungguhnya sudah dimulai awal tahun 1950-an dan dikomersialkan akhir tahun 1950. Namun pemanfaatan teknologi iradiasi untuk pengawetan pangan baru diterapkan beberapa tahun kemudian. Perlakuan iradiasi pada pangan menyebabkan sejumlah kecil ikatan kimia terputus. Meskipun demikian, pengaruhnya sangat besar jika terputusnya ikatan kimia tersebut terjadi pada DNA, sehingga sel tidak mampu lagi melakukan replikasi. Dengan demikian, perubahan kecil pada DNA bakteri akan membunuh sel yang bersangkutan. Demikian juga perlakuan iradiasi ini akan menyebabkan destruksi serangga, inaktivasi parasit, memperlambat kematangan, dan mencegah perkecambahan.

Berdasarkan standard Codex 106-1983, REV. 1-2003, ada tiga sumber radiasi ionisasi yang dapat digunakan untuk pangan, yaitu: (1) sinar gamma dari radionuklida  $^{60}\text{Co}$  or  $^{137}\text{Cs}$ , (2) sinar-X yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 5 MeV, dan (3) electron yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 10 MeV. Untuk iradiasi pangan, dosis radiasi minimum yang diserap harus cukup untuk mencapai tujuan teknologi yang dikehendaki dan dosis maksimumnya harus lebih rendah dari jumlah radiasi yang dikompromikan terkait dengan keamanan pangan atau pengaruh lain terkait dengan integritas, sifat fungsional atau sifat sensori pangan yang bersangkutan. Dosis maksimum untuk pangan seharusnya tidak lebih dari 10 kGy, kecuali jika diperlukan untuk mencapai tujuan teknologi tertentu yang dibenarkan.

Meskipun telah lama para ilmuwan pangan mengetahui bahwa pemberian dosis radiasi dalam jumlah cukup dapat secara efektif membunuh bakteri patogen dan memperlambat kebusukan pangan, baru pada bulan desember 1997, FDA (Food and Drug Administration) USA mengizinkan penggunaan iradiasi untuk daging. Radiasi dosis rendah dapat membunuh paling sedikit 99.9% *Salmonella* pada daging ayam dan dalam persentase yang lebih besar *Escherichia coli* O157:H7 pada daging sapi giling. Akhir-akhir ini iradiasi pangan banyak diterapkan untuk meningkatkan sanitasi dan mencegah bakteri patogen.



## KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA HATI DAN USUS SAPI YANG DIPELIHARA DI TPA JATIBARANG SEMARANG SETELAH DIREBUS DENGAN DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon stamineus* Benth)

B. Dwiloka<sup>1)</sup>, D.L.M.R. Rasana'e<sup>1)</sup> dan E. Rianto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro

<sup>2)</sup> Laboratorium Ilmu Ternak Potong dan Kerja, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro

### ABSTRAK

KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA HATI DAN USUS SAPI YANG DIPELIHARA DI TPA JATIBARANG SEMARANG SETELAH DIREBUS DENGAN DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon stamineus* Benth). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 – Februari 2004. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat pada hati dan usus sapi serta mengetahui pengaruh perebusan dengan penambahan daun kumis kucing selama 60 menit terhadap kandungan logam berat pada hati dan usus sapi. Materi yang digunakan adalah hati dan usus sapi jantan berumur 2 tahun yang berasal dari pemeliharaan di TPA Jatibarang Semarang selama minimal 1 tahun, daun kumis kucing, dan akuades. Pengujian logam berat dilakukan dengan NAA dan AAS. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hati dan usus sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang mengandung Hg, Pb, Cd, Cr, Co, Zn, dan Fe. Rata-rata kandungan logam berat pada hati segar (dalam ppm berat kering) adalah 0,069 dan 0,036 Hg; 0,050 dan 0,069 Pb; 1,472 dan 1,283 Cd; 0,725 dan 0,732 Cr; 0,181 dan 0,172 Co; 18,236 dan 16,264 Zn; serta 96,615 dan 79,198 Fe. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cr pada hati segar berada di atas ambang batas, baik menurut standar di Indonesia maupun WHO. Rata-rata kandungan logam berat pada usus segar (dalam ppm berat kering) adalah 0,032 dan 0,046 Hg; 0,944 dan 0,092 Pb; 2,207 dan 1,290 Cd; 0,460 dan 0,429 Cr; 0,139 dan 0,118 Co; 18,348 dan 26,875 Zn; serta 46,368 dan 39,014 Fe. Kandungan Hg, Pb, dan Cd pada usus segar juga berada di atas ambang batas. Perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat namun secara umum masih berada di atas ambang batas. Penambahan daun kumis kucing dengan konsentrasi 5 dan 10% saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat sampai dibawah ambang batas, kecuali logam Pb pada hati sapi 2. Semakin besar konsentrasi daun kumis kucing yang ditambahkan saat perebusan, semakin besar pula persentase penurunan logam beratnya kecuali Cr dan Co pada usus sapi.

Kata kunci: logam berat, hati, usus, sapi, daun kumis kucing

### ABSTRACT

HEAVY METALS CONTENT IN LIVER AND COLON OF COWS RAISED AT TPA JATIBARANG – SEMARANG COOKED WITH *Orthosiphon stamineus* Benth (KUMIS KUCING) LEAVES. This experiment was conducted in October 2003 to February 2004. The aim of this experiment is to determine the heavy metals content in liver colon of cows and to observe the influence of cooking these cow organs with kumis kucing leaves, for 60 minutes, on the heavy metals content. Materials used in this experiment were liver and colon of two -years old male cows raised at TPA Jatibarang - Semarang minimal for one year, kumis kucing leaves, and distilled water. The heavy metals content were determined by NAA and AAS. Data obtained was analysis descriptively and was compared to the maximal standard. Results showed that the liver and colon of cows used in this experiment contained Hg, Pb, Cd, Cr, Co, Zn, and Fe. The mean content of these heavy metals expressed in ppm/ any weight in fresh liver are, Hg: 0,069 and 0,036; Pb: 0,050 and 0,069; Cd: 1,472 and 1,283; Cr: 0,725 and 0,732; Co: 0,181 and 0,172; Zn: 18,236 and 16,264; Fe: 96,615 and 79,198. The content of Hg, Pb, Cd and Cr in fresh liver are all above the tolerance rate by the Indonesian and WHO standard. The mean of fresh colon (ppm/dry weight) are Hg: 0,032 and 0,046; Pb: 0,944 and 0,094; Ca: 2,207 and 1,290; Cr: 0,460 and 0,429; Co: 0,139 and 0,118; Zn: 18,348 and 26,875; and Fe: 46,368 and 39,014. The content of all the heavy metals in fresh colon as in fresh liver are all above the tolerance rate. Cooking these organs could decrease the heavy metals in the organs but not low enough to be beneath the tolerance rate. Addition of kumis kucing leaves could decrease the heavy metals in cow organs up to 5 and 10% by coking and could reach levels below the tolerance rate except for Pb in live of cow numbers. Higher addition of kumis kucing leaves could further decrease the heavy metals of the cow organs except Cr and Co in cow colon.

Keywords : heavy metals, liver, colon, cow, kumis kucing leaves

### PENDAHULUAN

Salah satu kendala besar bagi usaha peternakan sapi di daerah perkotaan adalah sangat terbatasnya lahan penggembalaan. Dalam upaya mengatasi hal ini, para peternak di perkotaan antara lain menggembalakan sapi di tempat pembuangan sampah. Sampah di TPA selain mengandung bahan-bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh ternak sebagai pakan,

juga mengandung bahan-bahan anorganik yang potensial bersifat sebagai racun.

Di TPA terkumpul berbagai jenis limbah, termasuk limbah padat yang mengandung logam berat dan bahan-bahan beracun lainnya. Jika bahan-bahan tersebut dikonsumsi oleh ternak, sangat mungkin terjadi akumulasi di dalam jaringan tubuh. Sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang telah terbukti mengandung logam berat pada non-karkasnya (Poswandari,



2003). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengkaji kualitas yang dihasilkan oleh sapi tersebut. Salah satu langkah yang mungkin dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat adalah dengan perebusan. Namun demikian, perebusan hanya dapat mengurangi sedikit logam berat yang terkandung pada bahan pangan, maka diperlukan ditambahkan bahan lain yang dapat menurunkan kandungan logam berat. Salah satu bahan yang diharapkan dapat menurunkan kandungan logam berat dalam perebusan adalah daun kumis kucing.

Daun kumis kucing digunakan sebagai bahan untuk mengurangi kandungan logam berat, karena secara tradisional daun tersebut digunakan sebagai peluruh air seni atau obat penyakit batu ginjal. Hal ini diasumsikan bahwa daun kumis kucing yang dapat meluruhkan batu ginjal yang mengandung logam, diharapkan juga dapat menurunkan kandungan logam yang ada pada bahan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada organ dalam (khususnya hati dan usus) sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang serta mengetahui pengaruh perebusan dengan penambahan daun kumis kucing selama 60 menit terhadap kandungan logam berat pada organ dalam sapi. Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi dalam metode pemeliharaan ternak terkait dengan keamanan pangan dan metode penurunan kandungan logam berat.

## BAHAN DAN PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 – Februari 2004. Pemeliharaan intensif dilaksanakan selama 3 bulan di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. Penyembelihan dilaksanakan pada tanggal 18 Januari 2004 di Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Penggaron Semarang. Persiapan sampel dilaksanakan pada tanggal 19 Januari 2004 di Laboratorium Ilmu Ternak Potong dan Kerja dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian logam berat dilaksanakan pada bulan Februari 2004 di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Serpong Jakarta serta Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) BATAN Pasar Jumat Jakarta.

### 2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah hati dan usus (bagian jejunum) dari 2 ekor sapi jantan yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang dan telah dipelihara secara intensif

selama 3 bulan; daun kumis kucing; dan akuades untuk merebus sampel.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi 2, yaitu peralatan untuk persiapan sampel dan peralatan untuk pengujian logam berat. Peralatan yang digunakan untuk persiapan sampel dibagi menjadi 3, yaitu: 1) Peralatan untuk destruksi sampel adalah timbangan elektrik, papan potong, pisau *stainless steel*; 2) Peralatan untuk perebusan sampel adalah kompor gas, gelas Beaker, kawat kasa, oven, cawan petri; dan 3) Peralatan untuk penyimpanan sampel adalah plastik obat, plastik tebal, kertas label, aluminium foil, *sealer*, *freezer*, termos es. Peralatan yang digunakan untuk pengujian logam berat adalah NAA (*Neutron Activation Analysis*) dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Peralatan yang digunakan untuk analisis logam berat dengan NAA adalah kantong polietilen, kontainer polietilen, perangkat fasilitas Reaktor Serbaguna GA Siwabessy dengan fluks neutron termal  $10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup> dan perangkat spektrometer gamma. AAS yang digunakan adalah Shimadzu Atomic Absorption Spectrophotometer model AA-646 dan lampu katoda.

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian studi kasus (*case study*) dengan analisis data secara deskriptif, yaitu menjelaskan makna yang dihasilkan oleh suatu penelitian. Hasil yang diperoleh setelah perebusan selama 60 menit dibandingkan dengan hasil pada sampel segar untuk mengetahui pengaruh penambahan daun kumis kucing saat perebusan terhadap kandungan logam berat pada organ dalam sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang. Data yang diperoleh pada penelitian ini juga dibandingkan dengan standar maksimal kandungan logam berat pada makanan yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia maupun standar internasional dari *World Health Organization*. Jika hasil yang diperoleh berada di bawah ambang batas, berarti masih aman untuk dikonsumsi.

### 4. Prosedur Penelitian

#### 4.1 Pengamatan di TPA Jatibarang Semarang

Pengamatan di TPA terdiri dari 2 bagian, yaitu: 1) Mengamati keadaan umum TPA Jatibarang Semarang yang meliputi lokasi, jenis sampah, dan volume sampah; dan 2) Mengamati sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang yang meliputi jumlah sapi dan pemeliharaan sapi.

#### 4.2 Pemeliharaan sapi di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro



Sapi yang dipelihara di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang ini adalah 2 ekor sapi jantan berumur  $\pm 2$  tahun dan telah dipelihara di TPA Jatibarang Semarang selama paling tidak 1 tahun agar terbiasa dengan pola makannya, yaitu mengkonsumsi sampah. Sapi dipelihara secara intensif selama 3 bulan dengan pakan konvensional yaitu hijauan dan konsentrat secara *ad libitum* untuk mengeliminasi kandungan logam berat dalam tubuh.

#### 4.3 Penyembelihan

Penyembelihan dilaksanakan di RPH Penggaron Semarang. Sehari sebelum penyembelihan, sapi dibawa ke RPH dan dipuaskan. Penyembelihan dilakukan pada bagian leher dengan memotong arteri karotis, vena jugularis, dan esofagus. Sampel hati dan usus diambil setelah penyembelihan.

#### 4.4 Persiapan sampel

Sampel hati dan usus diambil sebanyak 8 bagian pada tiap sapi, masing-masing sebesar 100 g. Delapan bagian tersebut digunakan untuk sampel segar dan sampel dengan perlakuan; 2 bagian untuk sampel segar dan 6 bagian untuk sampel dengan perlakuan. Sampel direbus dalam 500 ml akuades bersama dengan daun kumis kucing. Perebusan dilakukan pada suhu 100 °C selama 60 menit di dalam gelas Beaker dengan media pemanas berupa kompor gas dengan api besar. Perebusan dilakukan pada setiap 100 g sampel. Perlakuan 1 adalah merebus sampel tanpa penambahan daun kumis kucing (0%); perlakuan 2 adalah merebus sampel dengan penambahan 5% (W/V) daun kumis kucing; dan perlakuan 3 adalah merebus sampel dengan penambahan 10% (W/V) daun kumis kucing.

Sampel setelah perebusan ditempatkan pada cawan petri kemudian dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 60 °C selama 3 hari (72 jam). Sampel kering diambil sebesar 3 g, dibungkus dengan plastik obat yang telah ditempel kertas label yang diberi kode, dibungkus dengan plastik tebal yang ditutup dengan "sealer", dibungkus aluminium foil, dan disimpan di dalam freezer. Sebelum plastik ditutup, udara dalam plastik dibuang terlebih dahulu supaya sampel tetap dalam kondisi kering. Pada sampel segar langsung dilakukan pengeringan dengan oven.

#### 4.5 Pengujian logam berat

##### 4.5.1 Pengujian dengan metode NAA

Menurut Reilly (1980), NAA adalah peralatan yang paling sensitif untuk pengukuran logam berat pada sistem biologi. Keuntungan lain pada metode NAA adalah pengukuran multielemen pada sampel yang sangat kecil dan bersifat nondestruktif. Pengujian logam berat dengan metode NAA menggunakan sampel sebesar  $\pm 1$  g. Proses persiapan dilaksanakan di P3TIR (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi) BATAN Pasar Jumat Jakarta. Sampel yang diuji dan standar acuan dari IAEA masing-masing ditimbang dan dimasukkan kedalam kantong polietilen. Selanjutnya kantong polietilen ditutup dengan menggunakan *sealer*, dibersihkan dengan etanol absolut ( $C_2H_5OH$ ) 99%, dan dibungkus dengan aluminium foil.

Proses radiasi dilaksanakan di BATAN Serpong. Sampel yang sudah siap dimasukkan kedalam reaktor serbaguna dan ditata dengan rapi. Diantara sampel yang diuji disertakan pula standar acuan dari IAEA sebagai pembanding. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tomato leaves*.

Sampel diradiasi (ditembak dengan neutron) di dalam reaktor nuklir dengan menggunakan neutron termal dengan fluks  $10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup> selama  $\pm 15$  menit. Sampel yang telah diradiasi dikeluarkan dari tabung reaktor dengan bantuan robot, kemudian distirahatkan selama beberapa waktu ( $\pm 7$  hari) sehingga radiasi yang dikeluarkan oleh sampel berkurang dan sampel aman untuk diuji.

Proses pengujian dilaksanakan di P3TIR BATAN Pasar Jumat Jakarta. Pengujian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat pada sampel. Uji yang dilakukan meliputi uji terhadap data kualitatif (berupa grafik) dan data kuantitatif (berupa angka). Satu per satu sampel dimasukkan kedalam spektrometer gamma. Grafik yang muncul pada layar monitor adalah hasil kualitatif. Komputer kemudian menghitung kandungan setiap logam berat yang ada pada sampel (dalam ppm). Kandungan setiap logam berat pada sampel dihitung secara teliti dan tepat dengan keakuratan antara 80-95%.

##### 4.5.2 Pengujian dengan metode AAS

Metode AAS dalam penelitian ini digunakan untuk mendeteksi adanya timbal (Pb) pada sampel hati dan usus, karena timbal tidak terdeteksi dengan metode NAA. Menurut Nur dan Adijuwana (1989), dewasa ini alat AAS adalah terbaik dan paling sesuai dalam analisis unsur-unsur secara rutin



dimana waktu yang diperlukan cepat dan mudah, artinya relatif tidak memerlukan operator yang terampil. Dalam AAS, yang diukur adalah radiasi yang diserap oleh atom-atom yang tidak tereksitasi.

Bahan pangan yang diuji harus diabukan terlebih dahulu kemudian mineralnya diekstrak dengan asam (Apriyantono *et al.*, 1989). Suhu yang digunakan untuk pengabuan berkisar antara 430-600 °C (Egan *et al.*, 1981). Suhu untuk pengabuan pada pengujian timbal adalah 500 °C (Reilly, 1980). Pengekstrakan dengan asam bertujuan untuk mengubah logam pada sampel menjadi atom bebas (asam yang digunakan biasanya asam lemah). Atom bebas disinari dengan lampu katoda ("hollow cathode lamp"). Lampu katoda biasanya berbentuk silinder dengan diameter dan panjang 1 cm (Reilly, 1980). Lampu katoda yang digunakan disesuaikan dengan unsur yang akan dianalisis. Pada penelitian ini digunakan lampu katoda Pb dengan panjang gelombang 4057,8-2833,1 Å (Gilbert, 1984). Energi yang dilepaskan oleh lampu katoda diserap oleh logam-logam yang dianalisis. Energi ini mempunyai resonansi yang sama dengan logam tersebut sehingga dapat diserap. Makin banyak energi yang diserap oleh sampel menunjukkan bahwa mineral tersebut konsentrasinya makin banyak (Apriyantono *et al.*, 1989).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kandungan Logam Berat pada Sampah di TPA Jatibarang Semarang

Sampah di TPA Jatibarang berasal dari seluruh wilayah kota Semarang dan terdiri atas berbagai elemen. Kandungan logam pada sampah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Sampah di TPA Jatibarang Semarang

Logam	Jumlah (ppm berat kering)
1. Merkuri (Hg)	0,220
2. Timbal (Pb)	18,207
3. Kadmium (Cd)	4,480
4. Kromium (Cr)	26,192
5. Kobalt (Co)	7,488
6. Seng (Zn)	14,018
7. Besi (Fe)	8776,210

### 2. Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi

Data rata-rata hasil analisis logam berat pada hati sapi dapat dilihat pada tabel 2.

Kandungan Hg pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,069 dan 0,036 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh Depkes RI, yaitu 0,03 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Hg pada hati sapi 1 dan 2 hingga mencapai 0,004 dan 0,018 ppm berat kering; sehingga telah termasuk aman. Hal ini terjadi karena sifat Hg yang mudah menguap (Palar, 1994). Perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada hati sapi hingga tidak terdeteksi lagi. Hg diduga termakan kemudian masuk ke tubuh sapi melalui saluran pencernaan dan terakumulasi di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa lebih dari 95% metil-merkuri yang masuk ke dalam tubuh akan diedarkan ke seluruh tubuh dan terakumulasi pada hati, ginjal, serta organ lain. Diperkirakan Hg yang termakan adalah dalam bentuk senyawa, karena menurut Sjamsudin (1995) Hg dalam bentuk unsur murni tidak beracun bila termakan sebab penyerapan dari saluran cerna sangat rendah dan unsur Hg murni tidak bereaksi dengan molekul penting secara biologis.

Kandungan Pb pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,050 dan 0,069 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI, yaitu 0,02 ppm. Perebusan dengan 0 dan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi, namun masih berada diatas batas maksimal. Kandungan Pb pada hati sapi 1 setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing juga masih berada diatas batas maksimal, yaitu 0,022 ppm berat kering; namun kandungan Pb pada hati sapi 2 telah mengalami penurunan hingga mencapai 0,017 ppm berat kering sehingga dinyatakan aman untuk dikonsumsi karena telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI. Pb diduga masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa 5-10% Pb yang masuk melalui makanan akan terserap oleh tubuh dan 15% dari jumlah yang terserap itu akan mengendap di jaringan tubuh. Parakkasi (1995) menjelaskan lebih lanjut bahwa Pb yang terserap dalam saluran pencernaan terutama disimpan dalam hati dan ginjal, kemudian terakumulasi.

Kandungan Cd pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 1,472 dan 1,283 ppm berat kering. Standar kandungan maksimal Cd dalam makanan di Selandia Baru adalah 1 ppm, sedangkan standar WHO (1996) adalah 0,15 ppm. Dilihat dari kedua standar tersebut, kandungan Cd pada hati segar 1 dan 2 masih berada diatas batas



Tabel 2 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Hati Sapi

Sampel	Kandungan Logam (ppm berat kering)						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
<b>Hati Sapi 1</b>							
Segar	0,069	0,050	1,472	0,725	0,181	18,236	96,615
Rebus + 0% KK	0,004	0,045	tt	0,222	0,156	16,350	83,596
Rebus + 5% KK	0,003	0,031	tt	0,206	0,091	14,449	70,308
Rebus + 10% KK	0,002	0,022	tt	tt	0,081	12,752	44,920
<b>Hati Sapi 2</b>							
Segar	0,036	0,069	1,283	0,732	0,172	16,264	79,198
Rebus + 0% KK	0,018	0,046	tt	0,276	0,146	13,931	53,139
Rebus + 5% KK	tt	0,027	tt	tt	0,121	13,179	41,924
Rebus + 10% KK	tt	0,017	tt	tt	0,081	12,196	25,072

Keterangan: tt = tidak terdeteksi, KK = daun kumis kucing

maksimal. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cd hingga tidak terdeteksi lagi, sehingga aman untuk dikonsumsi. Kandungan Cd pada hati sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan sapi lain secara umum. Menurut Parakkasi (1995), konsentrasi Cd secara umum pada hati adalah 0,27 ppm berat kering. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Cd pada sampah, yaitu 4,480 ppm berat kering. Cd diduga terserap dan disimpan dalam hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa 50% dari jumlah Cd dalam tubuh ditemukan di hati dan ginjal.

Kandungan Cr pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,725 dan 0,732 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas yang ditetapkan di Amerika, yaitu 0,175-0,470 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cr, namun nilai tersebut masih berada diatas batas yang ditetapkan. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cr pada hati sapi 1 hingga mencapai 0,206 ppm berat kering; namun masih berada diatas batas yang ditetapkan; sedangkan kandungan Cr pada hati sapi 2 tidak terdeteksi lagi. Kandungan Cr pada hati sapi 1 turun hingga tidak terdeteksi setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing. Cr diduga termakan dan terakumulasi pada hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Reilly (1980) bahwa setelah diserap, Cr dengan cepat didistribusikan ke berbagai organ, salah satunya hati.

Kandungan Co pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,181 dan 0,172 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Inggris, yaitu 1,94 ppm; sehingga aman dikonsumsi. Co dalam makanan digunakan untuk sintesis vitamin B<sub>12</sub>. Hal ini

sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa 4% dari molekul vitamin B<sub>12</sub> adalah Co. Kandungan Co pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi kobalt secara umum yang terdapat di hati, yaitu  $\pm 0,05$  ppm. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Co pada sampah, yaitu 7,488 ppm berat kering. Co yang masuk kedalam tubuh disimpan dalam hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Reilly (1980) bahwa  $\frac{1}{5}$  bagian dari total Co dalam tubuh terdapat di hati.

Kandungan Zn pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 18,236 dan 16,264 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada di bawah batas yang ditetapkan Depkes RI, yaitu 40 ppm dan standar yang ditetapkan oleh negara-negara Eropa, dan beberapa negara lainnya. Kandungan Zn pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk rendah jika dibandingkan dengan pendapat Doyle dan Spaulding dalam Parakkasi (1995) bahwa kadar Zn pada hati sapi adalah 100-200 ppm berat kering. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya konsumsi Zn yang cukup dari pakan yang diperoleh.

Kandungan Fe pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 96,615 dan 79,198 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas rata-rata kandungan Fe dalam makanan. Menurut Underwood dalam Parakkasi (1995), kadar besi dalam makanan umumnya sekitar 100 ppm. Kandungan Fe pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Fe pada hati di Inggris, yaitu 6-14 ppm (Reilly, 1980). Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Fe pada sampah, yaitu 8776,210 ppm berat kering. Fe yang masuk kedalam tubuh disimpan di hati untuk pembentukan sel darah. Hal ini sesuai dengan pendapat Young (1975) bahwa hati merupakan



tempat pembentukan dan destruksi sel darah merah. Besi pada hati disimpan dalam bentuk ferritin dan hemosiderin (Ahmed, 1999).

### 3. Kandungan Logam Berat pada Usus Sapi

Data rata-rata hasil analisis logam berat pada usus sapi dapat dilihat pada Tabel 3.

masih berada diatas batas maksimal, yaitu 0,032 ppm berat kering. Kandungan Pb pada usus sapi 2 setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing turun hingga mencapai 0,018 ppm berat kering; sehingga aman untuk dikonsumsi karena telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI. Pb diduga

Tabel 3 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Usus Sapi

Sampel	Kandungan Logam (ppm berat kering)						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
<b>Usus Sapi 1</b>							
Segar	0,032	0,944	2,207	0,460	0,139	18,348	46,368
Rebus + 0% KK	0,003	0,032	1,407	0,430	0,140	16,341	41,476
Rebus + 5% KK	0,002	0,018	tt	0,258	0,054	14,082	31,185
Rebus + 10% KK	tt	0,018	tt	tt	tt	10,342	21,081
<b>Usus Sapi 2</b>							
Segar	0,046	0,092	1,290	0,429	0,118	26,875	39,014
Rebus + 0% KK	0,004	0,046	0,780	0,546	0,060	15,701	28,031
Rebus + 5% KK	0,002	0,032	tt	0,436	tt	15,364	25,372
Rebus + 10% KK	0,003	0,018	tt	0,162	tt	7,255	13,485

Keterangan: tt = tidak terdeteksi, KK = daun kumis kucing

Kandungan Hg pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,032 dan 0,046 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh Depkes RI, yaitu 0,03 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi 1 dan 2 hingga mencapai 0,003 dan 0,004 ppm berat kering; sehingga telah termasuk aman. Hal ini terjadi karena sifat Hg yang mudah menguap (Palar, 1994). Perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi. Perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi 1 hingga tidak terdeteksi lagi, sedangkan pada usus sapi 2 mencapai 0,003 ppm berat kering. Hg yang termakan diserap kedalam tubuh melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sjamsudin (1995) bahwa Hg diserap melalui usus sebesar 10% kemudian terikat pada mukosa usus dan isi usus.

Kandungan Pb pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,944 dan 0,092 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI, yaitu 0,02 ppm. Perebusan dengan 0% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi, namun nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing juga mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi 1 hingga mencapai 0,018 ppm berat kering; sehingga telah aman untuk dikonsumsi; namun untuk usus sapi 2

masuk ke dalam tubuh dan terserap melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa Pb diserap sekitar 1-10% melalui dinding saluran pencernaan.

Kandungan Cd pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 2,207 dan 1,290 ppm berat kering. Standar kandungan maksimal Cd dalam makanan di Selandia Baru adalah 1 ppm, sedangkan standar WHO (1996) adalah 0,15 ppm. Dilihat dari kedua standar tersebut, kandungan Cd pada usus sapi 1 dan 2 masih berada diatas batas maksimal. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cd pada usus sapi 1 hingga mencapai 1,407 ppm berat kering; namun masih berada diatas batas yang ditetapkan. Kandungan Cd pada usus sapi 2 setelah perebusan mengalami penurunan hingga mencapai 0,780 ppm berat kering; sehingga telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Selandia Baru. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cd hingga tidak terdeteksi lagi, sehingga aman untuk dikonsumsi. Kandungan Cd pada usus sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Cd yang biasanya terdapat dalam bahan makanan. Menurut Powell *et al.* dan Doyle *et al.* dalam Parakkasi (1995), konsentrasi Cd dalam makanan jarang melebihi 0,5 ppm berat kering. Tingginya kandungan Cd pada usus sapi ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Cd pada sampah, yaitu 4,480 ppm berat kering. Kadmium



masuk ke dalam tubuh hewan melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa penyerapan Cd lewat saluran pencernaan adalah sekitar 3-8% dari total Cd yang termakan.

Kandungan Cr pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,460 dan 0,429 ppm berat kering. Nilai tersebut berada dibawah batas yang ditetapkan di Amerika, yaitu 0,175-0,470 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,430 ppm berat kering; namun pada usus sapi 2 justru mengalami kenaikan hingga mencapai 0,546 ppm berat kering; namun masih berada dibawah batas maksimal. Kenaikan ini diduga karena Cr yang terserap dalam bentuk ion  $Cr^{3+}$ . Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa ion  $Cr^{3+}$  yang masuk ke dalam tubuh bereaksi dengan protein dan membentuk suatu kompleks yang sangat stabil. Meski demikian, perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing tetap mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 2. Perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 1 hingga tidak terdeteksi lagi. Kromium diduga terserap dalam tubuh melalui usus, namun WHO (1996) menjelaskan bahwa mekanisme penyerapan kromium pada usus belum diidentifikasi secara jelas.

Kandungan Co pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,139 dan 0,118 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Inggris, yaitu 1,94 ppm; sehingga aman untuk dikonsumsi. Perebusan yang dilakukan meningkatkan kandungan Co pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,140 ppm berat kering; namun masih berada dibawah batas maksimal. Kenaikan ini diduga karena setelah dijadikan sampel, kandungan air pada usus ikut menguap. Meski demikian, perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Co pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,054 ppm berat kering dan tidak terdeteksi lagi. Co dalam makanan digunakan untuk sintesis vitamin  $B_{12}$ . Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa 4% dari molekul vitamin  $B_{12}$  adalah kobalt.

Kandungan Zn pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 18,348 dan 26,875 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada di bawah batas yang ditetapkan Depkes RI, yaitu 40 ppm dan standar yang ditetapkan oleh negara-negara Eropa, dan beberapa negara lainnya. Zn diduga masuk kedalam tubuh dan diserap melalui usus. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa penyerapan Zn terjadi di usus halus. Dinyatakan

oleh WHO (1996) bahwa jejunum merupakan tempat terjadinya penyerapan secara maksimal.

Kandungan Fe pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 46,368 dan 39,014 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas rata-rata kandungan besi dalam makanan. Menurut Underwood dalam Parakkasi (1995), kadar Fe dalam makanan umumnya sekitar 100 ppm. Fe terserap melalui usus, ikut dalam aliran darah, dan disimpan di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa Fe diserap dari usus halus. Menurut Reilly (1980), penyerapan besi terutama terjadi di jejunum.

#### 4. Perubahan Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi setelah Perebusan

Kandungan logam berat setelah perebusan dan penambahan daun kumis kucing mengalami perubahan. Namun perubahan yang terjadi tidak sama besarnya (persentasenya), meskipun dengan konsentrasi daun kumis kucing yang sama dan terjadi pada organ dan logam yang sama. Hal ini terjadi karena jumlah logam pada keadaan awal tidak sama, karakteristik masing-masing logam yang berbeda, dan kondisi organ yang berbeda. Perubahan kandungan logam berat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Kandungan logam berat setelah perebusan mengalami penurunan. Penurunan kandungan logam berat setelah perebusan diduga karena suhu yang tinggi saat perebusan menyebabkan protein terdenaturasi (Girard, 1992). Sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa logam yang masuk kedalam tubuh berikatan dengan protein.

Pada beberapa sampel, perebusan tanpa penambahan daun kumis kucing telah mampu menurunkan kandungan logam berat hingga ke tingkatan aman. Namun pada logam timbal dan kadmium di usus sapi, perebusan belum mampu menurunkan kandungan logam hingga mencapai tingkatan aman. Penambahan daun kumis kucing saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat. Penurunan ini diduga karena daun kumis kucing mampu memberikan suasana asam sehingga logam terlarut. Daun kumis kucing memiliki nilai asam sebesar 31,54% dan mengandung turunan asam kafeik yang merupakan komponen penting dalam ekstrak air panas (de Padua *et al.*, 1999). Nilai pH selama pemanasan pada umum umumnya meningkat (Girard, 1992), jadi keadaan asam ini diduga karena pengaruh daun kumis kucing. Menurut Darmono (1995), jika terjadi penurunan pH, maka unsur kation dari logam akan menghilang karena proses pelarutan. Buckle *et al.* (1987) menyatakan bahwa protein sangat mudah rusak dalam suasana asam. Perubahan nilai pH



Tabel 4. Persentase Perubahan Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi setelah Perebusan dibandingkan dengan Keadaan Segar

Sampel	Persentase perubahan logam						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
<b>Hati Sapi 1</b>							
0% KK	- 94,20	- 10,00	- 100	- 69,38	- 13,81	- 10,34	- 13,48
5% KK	- 95,65	- 38,00		- 71,59	- 49,72	- 20,77	- 27,23
10% KK	- 97,10	- 56,00		- 100	- 55,25	- 30,07	- 53,51
<b>Hati Sapi 2</b>							
0% KK	- 50,00	- 33,33	- 100	- 62,30	- 15,12	- 14,34	- 32,90
5% KK	- 100	- 60,87		- 100	- 29,65	- 18,97	- 47,06
10% KK		- 75,36			- 52,91	- 25,01	- 64,34
<b>Usus Sapi 1</b>							
0% KK	- 90,62	- 96,61	- 36,25	- 6,52	+ 0,72	- 10,94	- 10,55
5% KK	- 93,75	- 98,09	- 100	- 43,91	- 61,15	- 23,25	- 32,74
10% KK	- 100	- 98,09		- 100	- 100	- 43,63	- 54,54
<b>Usus Sapi 2</b>							
0% KK	- 91,30	- 50,00	- 39,53	+ 27,27	- 49,15	- 41,58	- 28,15
5% KK	- 95,65	- 65,22	- 100	+ 1,63	- 100	- 42,83	- 34,97
10% KK	- 93,48	- 80,43		- 62,24		- 73,00	- 65,44

Keterangan: tanda - mengalami penurunan  
 tanda + mengalami kenaikan  
 KK = daun kumis kucing

sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Rata-rata Penurunan Nilai pH pada Hati dan Usus Sapi setelah Perlakuan

Sampel	pH awal	pH akhir
<b>Hati sapi 1</b>		
Rebus + 0% KK	6,34	5,48
Rebus + 5% KK	6,82	5,60
Rebus + 10% KK	6,24	4,71
<b>Hati sapi 2</b>		
Rebus + 0% KK	6,30	5,90
Rebus + 5% KK	6,16	5,72
Rebus + 10% KK	5,56	5,68
<b>Usus sapi 1</b>		
Rebus + 0% KK	6,34	6,05
Rebus + 5% KK	6,21	6,02
Rebus + 10% KK	6,56	6,00
<b>Usus sapi 2</b>		
Rebus + 0% KK	6,64	6,03
Rebus + 5% KK	6,40	5,92
Rebus + 10% KK	6,21	5,91

Keterangan: KK = daun kumis kucing

Senyawa dalam daun kumis kucing yang diduga dapat mengikat logam berat adalah garam alkali. Unsur yang terdapat dalam garam alkali antara lain kalium dan natrium. Daun kumis kucing mengandung kalium sebesar 0,6-3,5% (Rukmana, 1995); sedangkan natrium merupakan kelator atau antagonis untuk logam berat (Correia dan Becker, 1995; Sjamsudin, 1995). Kandungan tanin pada daun kumis kucing diduga juga

berperan dalam penurunan kandungan logam berat. Menurut de Padua *et al.* (1999), tanin digunakan sebagai penawar pada keracunan logam berat. Beberapa logam yang terikat pada daun kumis kucing dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Daun Kumis Kucing setelah Perlakuan

Logam	Jumlah (ppm berat kering)
1. Merkuri (Hg)	tt
2. Timbal (Pb)	0,183
3. Kadmium (Cd)	tt
4. Kromium (Cr)	1,215
5. Kobalt (Co)	tt
6. Seng (Zn)	4,435
7. Besi (Fe)	64,715

Keterangan: tt = tidak terdeteksi

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hati dan usus sapi sampel yang telah dipelihara di TPA Jatibarang Semarang selama lebih dari 1 tahun mengandung logam merkuri, timbal, kadmium, kromium, kobalt, seng, dan besi. Kandungan merkuri, timbal, kadmium, dan kromium pada hati segar sapi berada di atas ambang batas; sedangkan kandungan kobalt, seng, dan besi masih berada pada tingkatan aman. Kandungan merkuri, timbal, dan kadmium pada usus segar sapi



berada diatas ambang batas; sedangkan kandungan kromium, kobalt, seng, dan besi masih berada pada tingkatan aman.

Perebusan dan penambahan daun kumis kucing saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi. Semakin besar konsentrasi daun kumis kucing yang ditambahkan saat perebusan, semakin tinggi pula persentase penurunan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi kecuali logam kromium dan kobalt pada usus sapi.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa dalam daun kumis kucing yang memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi, serta mekanisme kerjanya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed, F.E. 1999. *Trace metal contaminants in food*. Dalam: Moffat, C.S. dan K.J. Whittle (eds.). Environmental Contaminants in Food. London : Sheffield Academic Press. Hal. 192-194.
2. Anggorodi, R. 1980. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: Gramedia.
3. Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, S. Yasni, dan S. Budiyanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
4. Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press. (Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono).
5. Correia, M.A. dan C.E. Becker. 1995. *Kelator dan keracunan logam berat*. Dalam: Katzung, B.G. (ed.). Farmakologi Dasar dan Klinik. Edisi ke-6. Jakarta: Salemba Medika. (Diterjemahkan oleh Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga). Hal. 924-934.
6. Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
7. de Padua, L.S., N. Bunyapraphatsara, dan R.H.M.J. Lemmens. 1999. *Plant Resources of South East Asia: Medicinal and Poisonal Plants I*. Bogor: Prosea Foundation.
8. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1998. "Surat Keputusan Menteri Kesehatan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam dalam Makanan". Kumpulan Peraturan Perundang-Undangan Bidang Makanan dan Minuman. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
9. Egan, H; R.S. Kirk; dan R. Sawyer. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. 8<sup>th</sup> Ed. New York: Churchill Livingstone.
10. Gilbert, J. 1984. *Analysis of Food Contaminants*. New York: Elsevier Applied Science Publishers Ltd.
11. Girard, J.P. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. London: Ellis Horwood Ltd.
12. Nur, M.A. dan H. Adjuwana. 1989. *Bahan Pengajaran Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologi*. Bogor : PAU Ilmu Hayat IPB.
13. Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
14. Parakkasi, A. 1995. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
15. Poswandari, R. 2003. "Profil Kandungan Logam Berat pada Organ Dalam (Hati, Rumen, dan Usus) Sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang setelah Pemasakan". Skripsi. Semarang : Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
16. Reilly, C. 1980. *Metal Contamination of Food*. London : Applied Science Publishers Ltd.
17. Rukmana, R. 1995. *Kumis Kucing*. Yogyakarta : Kanisius.
18. Sjamsudin, U. 1995. *Logam Berat dan Antagonis*. Farmakologi dan Terapi. Edisi ke-4. Gaya Baru, Jakarta. Hal. 781-799.
19. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6366. 2000. "Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Batas Maksimum Residu dalam Bahan Makanan Asal Hewan". Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
20. World Health Organization (WHO). 1996. *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. Geneva :WHO.
21. Young, J.Z. 1975. *The Life of Mammals: Their Anatomy and Physiology*. 2<sup>nd</sup> Ed. London : Oxford University Press.



## KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA DAGING DADA DAN HATI AYAM BROILER YANG DIJUAL DI PASAR TRADISIONAL KOTA SEMARANG SETELAH DIREBUS DAN DIBAKAR

B. Dwiloka<sup>1)</sup>, J. Zia-Ulhaq<sup>2)</sup>, D. Wahyundari<sup>2)</sup>, dan R. Miranda<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Kajian Keamanan Pangan, Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, UNDIP,

<sup>2)</sup> Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, UNDIP

### ABSTRAK

**KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA DAGING DADA DAN HATI AYAM BROILER YANG DIJUAL DI PASAR TRADISIONAL KOTA SEMARANG SETELAH DIREBUS DAN DIBAKAR.** Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada dada dan hati broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang baik dalam keadaan segar, setelah direbus, maupun setelah dibakar. Percobaan dilaksanakan pada bulan Februari 2005. Bahan yang dipakai untuk merebus adalah akuades dan untuk membakar adalah arang kayu. Pengujian logam berat dilakukan dengan teknik *Neutron Activated Analysis*. Rancangan acak kelompok digunakan dalam percobaan ini. Data dianalisis dengan analisis ragam dan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil. Hasil percobaan menunjukkan bahwa Fe, Se, dan Cr berada di atas ambang batas pada hati dan Se hanya pada dada segar, sedangkan untuk Zn, Co, Hg berada di bawah ambang batas baik pada dada maupun hati segar, Fe dan Cr hanya pada dada dan As pada hati. Perebusan menurunkan ( $P < 0,05$ ) Fe, Zn, Se, Cr, Co, dan Hg pada dada dan hati dan As hanya pada hati; sedangkan pembakaran meningkatkan ( $P < 0,05$ ) Fe, Zn, Se dan Cr pada dada dan hati, tetapi menurunkan Co dan Hg pada dada dan hati dan As hanya pada hati. Simpulan percobaan ini adalah bahwa pada dada dan hati broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang mengandung sebagian logam berat yang berada di atas ambang batas. Perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat, sedangkan pembakaran meningkatkan kandungan logam berat pada dada dan hati, meskipun juga dapat menurunkannya.

Kata kunci : daging dada broiler, hati broiler, logam berat, rebus, bakar

### ABSTRACT

**HEAVY METALS IN BREAST MEAT AND LIVER OF BROILER CHICKEN ON SALE IN RADIATIONAL MARKET IN SEMARANG AFTER COOKING AND BARBEQUING.** The experiment carried out is aimed to determine the heavy metals content in breast meat and liver of broiler chicken, on sale at a traditional market in Semarang after cooking and barbequing. The experiment was done in February 2005. For cooking distilled water was used and for barbequing, wood coal was used. The analysis of heavy metals was done by neutron activated analysis. A Randomized Block Design was used in this experiment. Data obtained was analysis ANOVA and LSD. Data obtained showed that Fe, Se and Cr were all above the tolerance rate in liver and Se only in fresh breast meat, while for Zn, Co, Hg all were below the tolerance rate in fresh breast as well as in liver. Fe and Cr were only found in breast meat and as only in liver and were all beneath the tolerance rate. Cooking was able to decrease ( $P < 0,05$ ) Fe, Zn, Se, Cr, Co and Hg in breast meat and as in liver, while barbequing increase ( $P < 0,05$ ) Fe, Zn, Se and Cr in breast meat and liver, but decrease Co and Hg in breast meat and liver, and as only decrease in liver. The conclusion of this of broiler chicken on sale at traditional market in Semarang have heavy metals content all above the tolerance rate. Cooking metals content, while barbequing could increase the heavy metals it could decrease them.

Keywords : chicken breast meat, chicken liver, heavy metals, cooking, heavy metals barbequing

### PENDAHULUAN

Kebutuhan menghasilkan bahan pangan dalam jumlah besar, dalam waktu singkat dan dengan mutu yang tinggi ternyata memunculkan resiko keamanan konsumsi dan juga persoalan etika yang cukup serius. Faktor lingkungan memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan keamanan suatu bahan atau produk pangan. Cepat atau lambat, pencemaran lingkungan akan mengakibatkan makin tingginya residu substansi pencemar dalam jaringan ternak yang dibudidayakan. Dengan makin menurunnya kualitas lingkungan akibat pencemaran, sudah merupakan konsekuensi jika ternak yang

dipelihara di lingkungan tersebut mengalami penurunan mutu termasuk meningkatnya residu senyawa-senyawa pencemar. Pada sisi lain, dengan makin meningkatnya industrialisasi dan urbanisasi tentu akan menyebabkan penyebaran berbagai senyawa pencemar ke lingkungan, termasuk logam-logam berat beracun. Logam berat adalah logam dalam bahan pangan atau lingkungan yang dapat menyebabkan keracunan, meskipun logam ini termasuk logam yang esensial seperti Fe, Zn, Se dan yang tidak esensial seperti Cr, Co, Cd, Hg, As. Beberapa logam telah terbukti dapat bersifat karsinogenik pada manusia atau hewan atau pada keduanya.



meningkatkan hasil pertaniannya. Senyawa agrokimia yang diantaranya mengandung senyawa logam-logam berat beracun ini, pada akhirnya akan terperangkap oleh hasil pertanian. Selanjutnya, sebagian hasil pertanian ada yang dikonsumsi manusia dan ada pula yang dipakai sebagai bahan baku untuk pembuatan pakan ternak. Senyawa logam berat beracun tadi, akan termakan oleh ternak dan berakumulasi di dalam tubuh ternak tersebut, yang pada akhirnya ternak tersebut juga akan dikonsumsi oleh manusia. Logam tertentu yang dikonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan penghambatan berbagai fungsi imun. Meskipun demikian unsur logam juga diperlukan oleh tubuh dalam menunjang proses metabolisme dan fisiologi tubuh. Apabila unsur ini terlalu berlebihan terdapat di dalam jaringan tubuh maka dapat menyebabkan keracunan.

Mekanisme akumulasi senyawa logam berat beracun ini terjadi melalui suatu rantai makanan, dan organisme tertinggi yang akan paling banyak tingkat akumulasi senyawa tersebut. Tingginya kandungan logam berat beracun dalam daging dan hati ternak (khususnya ayam broiler) berhubungan erat dengan tingkat pencemaran atmosfer dan pencemaran pada tumbuhan. Sumber pemasukan logam berat ke dalam tubuh ternak, antara lain melalui pakannya, khususnya pakan *starter* (BR-1) dan pakan *grower* (BR-2). Secara umum, masuknya logam berat ke dalam pakan ternak berasal dari mineral pakannya sendiri, karena unsur ini meskipun berbahaya namun tetap dibutuhkan oleh ternak meskipun dalam jumlah yang sangat sedikit. Pada manusia sendiri logam berat umumnya masuk ke dalam tubuh melalui empat jalur utama yaitu makanan, air, udara, dan debu. Untuk membuktikan dugaan tersebut diperlukan penelitian guna mengungkap dugaan yang ada sehingga dapat ditentukan apakah benar bahwa logam berat beracun masuk ke dalam daging dan hati ayam broiler sesuai dengan kajian penelitian ini.

Daging dan hati adalah salah satu hasil ternak yang hampir tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Selain penganekaragaman sumber pangan, daging dan hati dapat menimbulkan kepuasan atau kenikmatan bagi yang memakannya. Hal ini dapat dimaknai bahwa makanan lezat adalah makanan yang kandungan gizinya lengkap, sehingga keseimbangan gizi untuk hidup dapat terpenuhi. Daging dan hati dapat diolah dengan cara direbus, disate atau dibakar, diasap, digoreng, dipanggang atau diolah menjadi produk lain yang menarik.

Daging dan hati ayam broiler dipilih untuk digunakan sebagai sampel penelitian dikarenakan

beberapa hal, antara lain daging dan hati adalah karkas dan jeroan ayam broiler yang banyak diminati oleh masyarakat untuk dikonsumsi, sementara hati secara spesifik mempunyai fungsi sebagai pertahanan terhadap bahan toksik serta terlibat di dalam proses metabolisme tubuh. Hal ini yang mendorong peneliti untuk mengkaji sampel daging dada dan hati ayam broiler yang dipasarkan di pasar tradisional kota Semarang, apakah mengandung logam berat atau tidak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada daging dan hati ayam broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang baik dalam keadaan segar maupun setelah direbus dan dibakar. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi konsumen, petani-peternak, dan pemerintah untuk memberikan informasi tentang kandungan logam berat pada daging dan hati ayam broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang baik dalam keadaan segar maupun setelah pemasakan, sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan selanjutnya dalam pengembangan penyediaan bahan pangan.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2005. Penyiapan dan pengumpulan sampel diambil dari daging dada dan hati ayam broiler yang dipasarkan di pasar tradisional kota Semarang. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, pengujian logam berat dilaksanakan di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Serpong dan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) BATAN Pasar Jumat Jakarta Selatan.

### 1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah hati ayam broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang, dan dijual dalam kurun waktu yang sama (di pagi hari). Bahan yang dipakai untuk merebus adalah akuades dan untuk membakar adalah arang kayu. Peralatan untuk pengujian logam berat dengan *Neutron Activated Analysis* adalah tabung plastik polietilen, perangkat fasilitas Reaktor Serbaguna G.A. Siwabessy dengan fluks neutron termal  $10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup> dan perangkat spektrometer  $\gamma$ .

### 2. Metode dan Rancangan Penelitian

Di dalam menentukan pasar dan sampel yang dipakai sebagai sampel penelitian digunakan metode pengambilan sampel acak terstratifikasi. Rancangan yang digunakan dalam adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan



pasar sebagai kelompoknya dan pedagang sebagai ulangnya, sedangkan perlakuannya adalah segar, rebus dan bakar. Analisis statistik yang digunakan untuk memperoleh rata-rata kandungan logam berat dilakukan dengan *analysis of varians*. Apabila hasil dari F hitung menunjukkan signifikan maka dilanjutkan dengan uji lanjut yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Pembahasan hasil dibandingkan dengan standar maksimal kandungan logam berat pada makanan yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia dan Standar Internasional dari WHO.

### 3. Prosedur Penelitian

#### 3.1 Pengambilan sampel

Daging dada dan hati ayam broiler yang digunakan sebagai sampel adalah dada dan hati ayam broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang. Daging dada dan hati yang diambil sebagai sampel dibeli dari pedagang yang berasal dari peternak yang ayam broilernya diberi pakan *starter* (BR-1) dan pakan *grower* (BR-2) yang dijual di pasar tradisional.

Daging dada dan hati yang diambil didasarkan dari pembagian menurut skala pasarnya. Pasar tradisional kota Semarang yang berjumlah 47 buah dikategorikan menjadi tiga skala pasar yaitu pasar tradisional skala kota, wilayah, dan lingkungan. Dada dan hati yang dipakai sebagai sampel dibeli sudah dalam potongan. Untuk pasar tradisional skala kota diambil secara acak satu pasar yaitu pasar Johar, skala wilayah diambil satu pasar yaitu pasar Peterongan dan skala lingkungan diambil tiga pasar yaitu pasar Jarakah, Rasamala dan Suryo Kusumo. Pada tiap-tiap pasar diambil tiga buah pedagang dan dari masing-masing pedagang diambil tiga buah sampel. Untuk tiap sampel diambil dengan menimbang sebesar 100 g dengan timbangan elektrik. Jadi sampel yang diambil dalam penelitian ini berjumlah 45 sampel dada dan hati dengan berat tiap-tiap sampel 100 g.

#### 3.2 Perebusan dan pembakaran sampel

Sampel yang masing-masing seberat 100 g direbus dalam 500 ml akuades pada suhu 100°C selama 45 menit di dalam panci dengan media pemanas berupa kompor dengan api sedang. Perlakuan ini dilakukan untuk satu buah sampel dari masing-masing pedagang. Sementara untuk pembakaran, sampel seberat 100 g dibakar dengan bara arang kayu sampai berbau seperti sate.

#### 3.3 Preparasi sampel

Semua sampel baik segar, rebus, maupun bakar dilakukan preparasi. Sampel tersebut ditempatkan pada cawan porselin kemudian dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu

60°C selama 3 hari (72 jam). Sampel yang telah kering diambil seberat 1 g dan dibungkus dengan kantong plastic polietilen yang telah diberi label untuk kode.

### 3.4 Pengujian logam berat

Pengujian logam berat dilaksanakan di BATAN Serpong dan di P3TIR BATAN Pasar Jumat Jakarta Selatan dengan menggunakan *Neutron Activated Analysis*.

### 4. Analisis statistik

Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian adalah *Analysis of Varians*. Apabila hasil analisis menunjukkan hasil yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui selisih rata-rata antar dua perlakuan. Dari sini akan diketahui rata-rata kandungan logam berat untuk sampel daging dan hati segar, rebus dan bakar. Angka rata-rata kandungan logam berat untuk masing-masing unsur yang diperoleh tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia atau Standar Internasional dari *World Health Organization* (WHO) untuk mengetahui ambang batas yang diizinkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kandungan Logam Berat pada Arang Kayu dan Pakan Ayam Broiler

Data hasil analisis kandungan logam berat pada pakan broiler *starter* dan *grower* dan arang kayu dapat dilihat pada tabel 1.

Pakan broiler *starter* dan *grower* ternyata mengandung beberapa unsur logam berat diantaranya yaitu Fe, Zn, Se, Co, Cr dan Hg. Kandungan unsur-unsur dalam pakan dengan jumlah sedikit diperlukan untuk mencegah penyakit-penyakit defisiensi dan agar tubuh ternak dapat berfungsi dengan sempurna (Anggorodi, 1995; Ichwan, 2003). Selain itu peranan mineral logam berat mencakup seluruh fungsi pengelolaan, pertumbuhan dan produksi. Menurut Wahyu (2004), tubuh hewan membutuhkan sedikitnya 13 sampai 14 macam mineral yang digunakan dalam pakan dengan dosis yang tepat guna pertumbuhan ayam. Beberapa peneliti menyebutkan kandungan unsur logam dalam pakan, misalnya untuk Fe, Zn, dan Se masing-masing 80, 80, dan 0,3 mg/kg (Amrullah, 2004), Cr = 0,2 mg/kg (Roberts, 1981), Co = 0,1 mg/kg (Anggorodi, 1979). Dilaga (1992), mengemukakan bahwa As dan Hg juga digunakan dalam campuran ransom, meskipun dalam jumlah sedikit (Piliang, 1995). Kandungan pakan BR-1 dan BR-2 untuk Fe, Se, Cr dan Co



dalam jumlah sedikit (Piliang, 1995). Kandungan pakan BR-1 dan BR-2 untuk Fe, Se, Cr dan Co berada di atas standar, sedangkan untuk Zn berada di bawah standar pemberian dalam ransum pakan. Kandungan Fe, Se, Cr dan Co yang berada di atas standar pemberian dalam ransum pakan diduga karena mineral yang berasal dari tanah dan juga karena pemberian *mineral mix*. Menurut Dilaga (1992) dan Agustina (2004), tanah merupakan sumber utama unsur mineral bagi tanaman dan ternak. Unsur ini akan masuk ke dalam jaringan tanaman dan pada saat tanaman ini digunakan sebagai pakan ternak. Dilaga (1992) juga mengemukakan bahwa unsur ini akan masuk ke dalam tubuh atau jaringan ternak. Ichwan (2003), mengemukakan bahwa *mineral mix* atau unsur logam pada pakan harus disediakan dan diberikan pada ternak, baik yang terdapat dalam bahan baku sumber hewani, nabati maupun mineral sintetis. Menurut Rasyaf (1994), bahwa hal ini perlu dilakukan karena ternak (ayam broiler) tidak dapat memenuhi kebutuhannya sendiri. Kandungan Zn yang berada di bawah standar pemberian dalam

kerusakan, kemudian Noor (1992), juga mengemukakan bahwa asam fitat merupakan penyebab utama menurunnya penyerapan Zn.

Sementara arang kayu yang digunakan untuk pembakaran ternyata mengandung unsur-unsur yaitu Fe, Zn, Se, Cr, sedangkan Co dan Hg tidak terdeteksi. Komponen anorganik atau unsur mineral arang kayu seluruhnya terdapat dalam abu, yaitu sisa setelah bahan organik dibakar (Anggorodi, 1997). Abu hasil dari pembakaran dapat digunakan sebagai faktor penentu dari persentase unsur-unsur yang terdapat dalam bahan makanan.

## 2. Kandungan Logam Berat pada Daging Dada Ayam Broiler

Data rata-rata kandungan logam berat pada daging dada ayam broiler dapat dilihat pada tabel 2

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa daging dada broiler segar mengandung beberapa logam berat yaitu Fe, Zn, Se, Co, Cr, dan Hg. Widianarko (2002), menyebutkan bahwa pakan merupakan salah satu sumber pemasukan

Tabel 1 Kandungan Logam Berat pada Pakan Ayam Broiler

Sampel	Kandungan (mg/kg)					
	Fe	Zn	Se	Co	Cr	Hg
Pakan <i>starter</i>	2.195,6244	15,3917	2,1664	0,7423	1,6670	0,0217
Pakan <i>grower</i>	1.041,2584	29,9329	1,6498	0,3514	1,0545	0,0263
Arang	1.333,9059	15,0050	0,1496	tt	0,1138	tt
Standar utk pakan <sup>1)</sup>	0,2	0,3	80	0,1	80	-
Standar utk arang <sup>2)</sup>	100-1.000	10-100	1-10	0,1-1	1-10	1-10

<sup>1)</sup>Sumber : Dilaga. 1992, Roberts. 1981, <sup>2)</sup>Sumber : Fengel & Wegener. 1995.

Tabel 2 Rata-rata Kandungan dan Persentase Perubahan Logam Berat pada Daging Dada Broiler

No	Unsur Logam Berat	Rata-rata kandungan dan persentase perubahan logam berat pada daging dada					Standar* (mg/kg)
		Segar	Setelah direbus		Setelah dibakar		
		mg/kg	mg/kg	% perubahan	mg/kg	% perubahan	
1.	Fe	44,7982 <sup>ab</sup>	33,9299 <sup>a</sup>	24,26 (-)	47,5599 <sup>b</sup>	6,16 (+)	50
2.	Zn	15,1114 <sup>ab</sup>	13,8908 <sup>a</sup>	8,8 (-)	16,4320 <sup>b</sup>	8,74 (+)	40
3.	Se	0,2376 <sup>a</sup>	0,0081 <sup>a</sup>	96,59 (-)	0,6849 <sup>a</sup>	188,25 (+)	0,1-0,4
4.	Cr	0,0850 <sup>a</sup>	0,0531 <sup>a</sup>	37,52 (-)	0,3056 <sup>b</sup>	259,52 (+)	0,175-0,470
5.	Co	0,0719 <sup>ab</sup>	0,0197 <sup>a</sup>	7,26 (-)	0,1474 <sup>b</sup>	105,00 (+)	0,5
6.	Hg	tt	0,0005	naik	tt	-	0,5

Keterangan : superskrip huruf a, b, c yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ), tanda (+) : meningkat, tanda (-) : menurun, \*standar WHO

ransum pakan diduga karena terdapatnya asam fitat dalam ransum pakan. Menurut Piliang (1995), mineral Zn dalam ransum berikatan dengan asam fitat, sehingga mengalami

mineral logam berat ke dalam tubuh hewan. Sementara Rasyaf (1994) dan Anggorodi (1995), menyatakan bahwa zat-zat mineral logam berat dibutuhkan di antaranya untuk sintesis jaringan



struktural dan untuk keperluan susunan enzim dalam jumlah yang sedikit. Mineral dibutuhkan pula untuk berbagai reaksi tubuh unggas. Menurut Amrullah (2002), ayam broiler tumbuh sangat cepat, dan jaringan tulang tempat pertautan otot daging haruslah tumbuh dengan sempurna, sehingga keberadaan mineral logam berat dalam tubuh harus ada. Darmono (1995), menyatakan bahwa kandungan mineral logam berat dalam jaringan tubuh dipengaruhi oleh sistem metabolisme tubuh seperti kinerja hati, ginjal dan sistem pencernaan.

Perlakuan pembakaran dengan arang kayu, tampak meningkatkan kandungan Fe, Zn, Se dan Cr pada daging dada broiler ( $P < 5\%$ ). Hal ini diduga kandungan logam berat yang ada pada arang kayu berpengaruh terhadap peningkatan logam berat yang ada pada daging dada broiler. Pada saat pembakaran, logam berat yang ada pada arang kayu tersuspensi melalui asap yang meresap pada daging. Menurut Astuti (2000), senyawa kimia yang tersuspensi dalam asap akan bereaksi dengan protein. Asap menyebabkan perubahan protein (Harris dan Karmas, 1989), dan gugus sulfhidril bebas (gugus -SH yang mengikat logam), perubahan ini karena adanya reaksi antara komponen asap dengan gugus fungsi dari protein daging.

Co dan Hg mengalami penurunan ( $P < 5\%$ ) setelah perlakuan pembakaran. Hal ini diduga karena Co dan Hg dalam daging mengalami pelepasan ion logam saat pemanasan dengan pembakaran. Daryanto (1983) dan Tranggono *et al.* (1990), menyatakan bahwa ion logam dalam bahan pangan yang diberi perlakuan panas khususnya pembakaran dapat terbebas atau mengalami reduksi atau proses pelepasan kation (logam). Sementara Piliang (1995) menyebutkan bahwa Hg merupakan satu-satunya mineral yang terdapat dalam bentuk cair pada temperatur kamar, sehingga dengan perlakuan pemanasan akan mudah menguap.

Perlakuan perebusan pada penelitian ini ternyata dapat menurunkan kandungan logam pada daging dada ayam broiler. Kandungan Fe, Zn, Se, Co, Cr dan Hg mengalami penurunan ( $P < 5\%$ ). Hal ini diduga karena proses pemanasan, dan sebagian logam berat yang ada dalam daging dada ayam broiler larut dalam air rebusan. Menurut Sudarmadji yang disitasi oleh Hardjosubroto *et al.* (2001), asam amino sistein adalah asam amino yang paling sensitif terhadap panas. Wirahadikusumah (2001), menjelaskan bahwa gugus sulfhidril pada asam amino sistein dapat bereaksi dengan ion logam berat. Pemanasan memungkinkan terjadinya pemutusan ikatan sulfhidril dan hidroksil yang mengikat logam. Skjoldebrand (1984) menyebutkan bahwa proses perebusan akan

mengubah keadaan kimia dan fisika protein, termasuk pelarutan berbagai komponen mineral dalam makanan. Perebusan dengan menggunakan air akan menyebabkan sebagian substansi nutrisi larut dalam air. Hodgson dan Levi (1997), menyatakan bahwa protein yang mengikat logam berat adalah protein yang mempunyai gugus -SH dan -S-S-, sedangkan Girard (1992), menyatakan bahwa selama perlakuan panas dengan perebusan, gugus protein -SH dan -S-S- terdenaturasi, bahkan dapat menghasilkan  $H_2S$  yang dapat mengkorosi logam.

Sifat logam juga mempengaruhi pelepasan logam ketika perebusan. Penurunan masing-masing unsur besarnya tidak sama, hal ini sangat dipengaruhi oleh sifat kimia dari masing-masing unsur tersebut. Hg mempunyai kecenderungan menguap lebih besar, sehingga dengan adanya perebusan dapat menyebabkan Hg terlepas dari ikatan protein. Terlepasnya Hg dari ikatan protein karena Hg mempunyai sifat terlarut dalam air. Fe yang merupakan logam reaktif, di dalam air akan lebih cepat mengalami reduksi (Darmono, 1995), sedangkan ikatan Se dengan protein dapat dihilangkan dengan perlakuan air panas atau dimasak terlebih dahulu (Dilaga, 1992).

### 3. Kandungan Logam Berat pada Hati Ayam Broiler

Data rata-rata kandungan logam berat pada hati broiler dapat dilihat di tabel 3.

Dari nilai rata-rata kandungan logam berat (tabel 3) menunjukkan bahwa kandungan Fe, Se dan Cr pada hati segar berada di atas ambang batas, sementara Zn, Co, Hg dan As berada dibawah ambang batas yang diizinkan. Tingginya kandungan Fe, Se dan Cr diduga karena pakan yang dikonsumsi mengandung logam berat dan tingginya pencemaran udara atau atmosfer oleh logam berat. Menurut Dilaga (1992), faktor yang mempengaruhi penyerapan logam dalam pakan antara lain kadar logam pakan, bentuk logam pakan dan keberadaan unsur logam lain dalam makanan atau pakan yang dimakan. Soemirat (2003), mengemukakan bahwa xenobiotik (logam) dapat memasuki tubuh melalui oral ataupun inhalasi. Semua xenobiotik yang ada di makanan akan dimetabolisme atau disimpan atau di biotransformasi dan atau dikonjugasi lalu disalurkan ke organ ekskresi. Namun apabila xenobiotik yang masuk melebihi kemampuan konjugasi, maka yang terjadi xenobiotik itu akan bereaksi dengan sel hati dan tertimbun di hati. Silverstsen *et al.* yang disitasi oleh Widianarko (2002), mengemukakan bahwa logam dalam hati ternak sangat berkorelasi dengan



Tabel 3. Rata-rata Kandungan dan Persentase Perubahan Logam Berat pada Hati Broiler

No	Unsur Logam Berat	Rata-rata kandungan dan persentase perubahan logam berat pada daging dada					Standar* (mg/kg)
		Segar	Setelah direbus		Setelah dibakar		
		mg/kg	mg/kg	% perubahan	mg/kg	% perubahan	
1.	Fe	695,5802 <sup>ab</sup>	503,7024 <sup>b</sup>	27,5852(-)	746,3233 <sup>a</sup>	7,2951(+)	50
2.	Zn	26,1195 <sup>ab</sup>	23,0927 <sup>c</sup>	11,5883(-)	26,9955 <sup>a</sup>	3,3538(+)	40
3.	Se	1,5004 <sup>b</sup>	1,1057 <sup>b</sup>	26,3063(-)	2,8681 <sup>a</sup>	91,1557(+)	0,1-0,4
4.	Cr	2,3410 <sup>b</sup>	1,1100 <sup>c</sup>	47,8812(-)	3,8500 <sup>a</sup>	64,4639(+)	0,175-0,470
5.	Co	0,1448 <sup>a</sup>	0,1004 <sup>b</sup>	30,6630(-)	0,1207 <sup>ab</sup>	16,6436(-)	0,5
6.	Hg	0,0494 <sup>a</sup>	0,0215 <sup>c</sup>	43,5223(-)	0,0252 <sup>ab</sup>	51,0122(-)	0,5
7.	As	0,0306 <sup>a</sup>	0,0190 <sup>c</sup>	37,9085(-)	0,0269 <sup>ab</sup>	12,0915(-)	1

Keterangan : superskrip huruf a, b, c yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ), tanda (+) : meningkat, tanda (-) : menurun, \*standar WHO

tingkat pencemaran atmosfer dan pencemaran pada tumbuhan.

Sementara Zn, Co, Hg dan As yang berada di bawah ambang batas diduga karena logam yang masuk diekskresikan melalui organ-organ pembuangan. Soemirat (2003), mengemukakan bahwa logam diekskresi melalui ginjal dan usus, sehingga kadar yang tertinggal di dalam hati hanya sedikit. Co hanya diabsorpsi dalam jumlah yang sangat terbatas (Anggorodi, 1979). Hg dalam bentuk anorganik sangat sulit diabsorpsi oleh tubuh, bahkan hanya sekitar 2% Hg yang terdapat dalam makanan dapat diabsorpsi oleh tubuh. As dalam makanan diabsorpsi dengan baik dan sebagian besar secara cepat diekskresikan melalui feces bahkan ada juga yang tidak diakumulasi dalam jaringan.

Perebusan yang dilakukan pada penelitian ini tampak dapat menurunkan kandungan Fe, Zn, Se, Cr, Co, Hg dan As pada hati broiler ( $P < 0,05$ ). Semua logam berat pada hati setelah perebusan mengalami penurunan. Penurunan masing-masing unsur besarnya tidak sama, hal ini sangat dipengaruhi oleh sifat kimia dari tiap-tiap unsur tersebut. Reilly (1980), mengemukakan bahwa Fe merupakan logam yang reaktif, di dalam air akan lebih cepat mengalami reduksi. Reaksi reduksi selanjutnya, logam akan mengalami konjugasi yang membuatnya bersifat hidrofilik sehingga mudah untuk dilarutkan dalam air (Soemirat, 2003). Protein (selenomethionin) turut menentukan kandungan Se (Olson *et al.*, 1988). Dilaga (1992), mengemukakan bahwa ikatan Se dengan protein dapat dihilangkan dengan perlakuan air panas atau dimasak terlebih dahulu.

Penurunan kandungan logam berat ini juga sejalan dengan penjelasan Darmono (1995). Darmono menyebutkan bahwa apabila terjadi penurunan pH selama perebusan, unsur kation

dari logam akan menghilang karena proses pelarutan. Kehadiran lingkungan yang asam dalam proses perebusan ini dapat menaikkan laju pembebasan logam di dalamnya, termasuk logam toksik. Menurut Skjoldebrand (1984), kehilangan air yang terjadi selama perebusan memungkinkan untuk dapat melarutkan protein. Hodgson dan Levi (1977), juga mengemukakan bahwa protein yang mengikat logam berat adalah protein yang mempunyai gugus -SH dan -S-S-. Gugus -SH juga merupakan agen pereduksi (Suryowinoto, 1990).

Connell dan Miller (1995), mengemukakan bahwa perebusan akan mengakibatkan protein pengikat logam berat akan mengalami perubahan kimia dan fisika dan keadaan asam air rebusan menyebabkan logam berat terlepas dari ikatan protein. Protein yang mengikat logam mengalami denaturasi sebagai tindak lanjut dari proses pemanasan yang dilakukan sehingga menyebabkan logam berat yang terikat pada gugus sulfhidril protein akan larut dalam air rebusan hati.

Perlakuan pembakaran meningkatkan kandungan Fe, Zn, Se dan Cr pada hati broiler ( $P < 0,05$ ), akan tetapi menurunkan Co, Hg dan As ( $P < 0,05$ ), sehingga kadarnya berada di bawah standar yang ditetapkan. Peningkatan Fe, Zn, Se dan Cr setelah pembakaran diduga karena abu dari arang kayu mengandung sejumlah unsur logam berat, sehingga pada saat dilakukan pembakaran abu tersebut menempel pada hati broiler. Fengel dan Wegener (1995), mengemukakan bahwa komponen anorganik atau unsur mineral arang kayu seluruhnya terdapat dalam abu, yaitu sisa setelah bahan organik dibakar. Menurut Anggorodi (1979), abu hasil dari pembakaran dapat digunakan sebagai faktor penentu dari persentase unsur-unsur yang terdapat pada bahan makanan. Menurut



Tranggono *et al.* (1990), ion logam (kation) dapat terbebas dari proses pengolahan khususnya pembakaran. Piliang (1995), juga mengemukakan bahwa ion tersebut dapat berikatan dengan protein bahan pangan, khususnya protein dengan gugus -SH.

Sementara itu, penurunan Co, Hg dan As setelah pembakaran diduga karena logam berat tersebut pada hati mengalami reduksi pada saat terkena panas dari arang kayu. Menurut Daryanto (1983), bahan pangan yang diberi perlakuan panas yaitu pembakaran dengan api dapat mengalami reduksi. Goldberg (2003), mengemukakan bahwa reduksi merupakan proses pelepasan kation logam. Palar (1994), juga mengemukakan bahwa reaksi reduksi baru akan terjadi apabila senyawa-senyawa asing yang masuk ke dalam hati mempunyai potensial oksidasi-reduksi. Senyawa-senyawa itu diantaranya ion-ion logam.

## KESIMPULAN

Simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah bahwa daging dada dan hati ayam broiler yang dijual di pasar tradisional kota Semarang, mengandung beberapa logam berat diantaranya yaitu Fe, Zn, Se, Co, Cr, Hg dan As. Se pada daging dada segar dan Fe, Se, dan Cr pada hati broiler segar, secara kuantitatif berada di atas ambang batas yang diizinkan, sementara Fe, Zn, Co, Cr dan Hg pada daging dada segar dan Zn, Co, Hg dan As pada hati segar berada di bawah ambang batas. Perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat pada daging dada dan hati sampai dibawah ambang batas yang diizinkan, sementara pembakaran pada dasarnya juga mampu menurunkan kandungan logam berat pada Co dan Hg pada daging dada serta Co, Hg dan As pada hati, akan tetapi meningkatkan Fe, Zn, Se, dan Cr baik pada daging dada maupun hati broiler.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Amrullah, I. K. 2004. *Nutrisi Ayam Broiler*. Bogor: Lembaga Satu Gunung Budi KPP IPB.
- Anggorodi, H. R. 1979. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Anggorodi, H. R. 1995. *Nutrisi Aneka Ternak Unggas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Astuti, I. 2000. "Studi Mengenai Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keinginan Konsumen". Universitas Diponegoro, Semarang.
- Connell, D. W. 1995. *Bioakumulasi Senyawa Xenobiotik*. (Diterjemahkan oleh Y. R. H. Koestoer). Jakarta: UI Press. Jakarta.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Daryanto. 1983. *Pengetahuan Tentang Metalurgy Untuk STM, FKT, FT*. Bandung: Tarsito.
- Departemen Kesehatan RI. 1998. "Surat Keputusan Menteri Kesehatan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Dalam Makanan". Kumpulan Peraturan Perundang-Undangan di Bidang Makanan dan Minuman. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Dilaga, S. H. 1992. *Nutrisi Mineral pada Ternak (Kajian Khusus Untuk Selenium)*. Jakarta: CV Akademika Pressindo.
- FAO/IAEA Training and Reference Centre. 2004. "Toxic Metals". <http://www.iaea.org/trc/>. Tanggal akses : 4 Maret 2005.
- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi*. (Penerjemah H. Sastrohamidjojo). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Girard, J. P. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. England: Ellis Horwood Ltd.
- Goldberg, D. E. 2003. *Kimia Untuk Pemula*. Jakarta: Erlangga.
- Hardjosubroto, W; S. Djojowidagdo; M. Soejono; Nasroedin; K. A. Santosa; A. R. Alimon; E. R. Orskov dan N. Fujihara. 2001. Pengaruh Lama Penyimpanan dan Pemanasan Ulang Terhadap Jumlah Mikroorganisme, Rasa dan Kerusakan Protein Rendang. *Buletin Peternakan*. Hlm. 226.
- Harris, R. S. dan E. Karmas. 1989. Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan. (Diterjemahkan oleh S. Achmadi). Bandung: : Penerbit ITB.
- Ichwan, W. M. 2003. *Membuat Pakan Ayam Ras Pedaging*. Tangerang: PT. Agromedia Pustaka.



18. International Atomic Energy Agency (IAEA). 1990. "Practical Aspects of Operating A Neutron Activation Analysis Laboratory". Vienna.
19. Noor, Z. 1992. *Senyawa Anti Gizi*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
20. Olson, R. E.; H. P. Broquist; C. O. Chichester; W. J. Darby; A. C. Jr. Kolbye dan R. M. Stalvey. 1988. *Pengetahuan Gizi Mutakhir Mineral*. (Diterjemahkan oleh H. Nasution) Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
21. Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
22. Piliang, W. G. 1995. *Nutrisi Mineral*. Bogor: IPB Press.
23. Rasyaf, M. 1994. *Makanan Ayam Broiler*. Yogyakarta: Kanisius.
24. Reilly, C. 1980. *Metal Contamination Of Food*. London : Applied Science Publishers Ltd.
25. Roberts, H. R. 1981. *Food Safety*. New York : A Wiley Interscience Publication.
26. Sediaoetama, A. D. 2000. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi*. Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
27. Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
28. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6366. 2000. "Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Batas Maksimum Residu Dalam Bahan Makanan Asal Hewan". Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
29. Suryowinoto, M. 1990. *Tenaga Atom : Pemanfaatannya Dalam Biologi dan Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
30. Tranggono; Sutardi; Haryadi; Suparmo; A. Murdiati; S. Sudarmadji; K. Rahayu; S. Naruki dan M. Astuti. 1990. *Bahan Tambahan Pangan ("Food Additives")*. Yogyakarta: Proyek Pengembangan Pusat Fasilitas Bersama Antar Universitas (Bank Dunia XVII) - PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
31. Wahju, J. 2004. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
32. Widianarko, B. 2002. "Pangan, Lingkungan dan Manusia". Pidato Pengukuhan Guru Besar. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
33. Wirahadikusumah, M. 2001. *Biokimia Protein, Enzim dan Asam Nukleat*. Bandung: Penerbit ITB.
34. World Health Organization. 1996. "Trace Elements in Human Nutrition and Health. Eigendom Biologisch Laboratorium Vu". Geneva.





**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**  
**PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

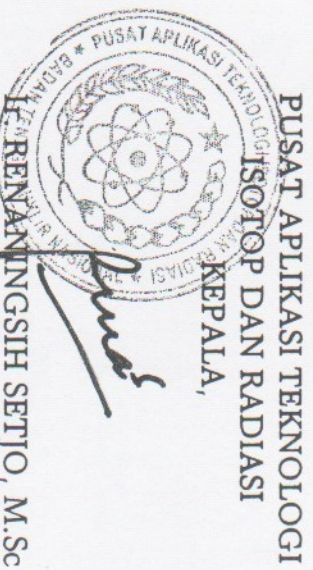
# S E R T I F I K A T

Memberikan penghargaan kepada :

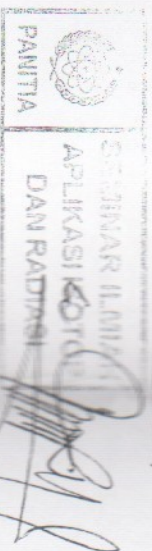
**Ir. Bambang Dwiloka, MS**

Atas peran serta dalam kegiatan SEMINAR ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
Yang diselenggarakan pada tanggal 12 Desember 2006  
di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

Jakarta, 12 Desember 2006



**RENNANINGSIH SETJO, M.Sc**  
NIP. 330001500



**Dr. MERI SUHARTINI**  
NIP. 330003969



2/4



PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI - BATAN  
**PANITIA SEMINAR ILMIAH APLIKASI  
ISOTOP DAN RADIASI**

Jakarta, 12 Desember 2006

Jalan Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKT. Jakarta 12070  
Telp. 62-021-7690709, FAX. 62-021-7691607, 7513270, E-mail: patir@batan.go.id

Nomor : 08/KS 00 03/PANTISORA/XI/2006 30 Nopember 2006  
Lampiran : -  
Hal : Seminar Ilmiah APISORA

Yth.  
Sdr. Bambang Dwiloka  
Fakultas Peternakan  
Universitas Diponegoro  
Semarang

Dengan hormat,

Sesuai dengan hasil rapat Panitia Seminar Ilmiah "*Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi dalam Industri dan Kesehatan*" dengan ini kami sampaikan bahwa pendaftaran Saudara sebagai peserta Penyaji Makalah (~~Oral~~/~~Poster~~) dapat diterima dengan :

Judul Makalah : Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang, Semarang setelah direbus dengan daun Kumis Kucing

Bersama ini kami sertakan catatan-catatan perbaikan dari Tim Editor. Untuk itu kami mohon seluruh perbaikan beserta berkas aslinya dapat kami terima kembali paling lambat tanggal 7 Desember 2006.

Selanjutnya, kami mengundang Saudara untuk hadir dalam acara Seminar yang akan diselenggarakan pada :

Hari/tanggal : Selasa, 12 Desember 2006  
Pukul : 08.30 WIB -- selesai  
Tempat : Gedung Perasten BATAN, Lt. III  
Jl. Cinere, Pasar Jumat, Jakarta Selatan

Atas perhatian Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Ketua



SEMINAR ILMIAH  
APLIKASI ISOTOP  
DAN RADIASI

Dr. Meri Subhanini

3/4

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

PEMERIKSAAN KARYA TULIS ILMIAH

- I. Setuju untuk : Presentasi dengan perbaikan/Presentasi/Poster.  
II. Selesai diperiksa tanggal : 20/11/16

No.	Pertanyaan	Pendapat/saran penilai
1	Apakah Sistematika dan format penulisan sesuai dengan pedoman ?	Ya
2	Apakah telah menggunakan bahasa Indonesia/Inggris yang baik dan benar ?	Ya
3	Apakah judul makalah cukup ringkas dan dapat melukiskan isi makalah ?	Ya
4	Apakah Abstrak telah merangkum secara singkat dan jelas tentang : a). Tujuan dan ruang lingkup litbang ? b). Metoda yang digunakan ? c). Ringkasan hasil dan kesimpulan ?	Ya kurang kurang abs Inggris
5	Apakah pendahuluan menguraikan secara jelas tentang : - Masalah dan ruang lingkup ? - Status ilmiah dewasa ini ? - Hipotesis ? - Cara pendekatan penyelesaian masalah dan hasil yang diharapkan ?	Ya
6	Apakah bahan dan metoda telah diuraikan secara ringkas dan jelas ?	R. R.



7	a. Apakah penyajian Tabel telah sesuai dengan pedoman ? b. Apakah penyajian Tabel mudah dimengerti ?	Ya
8	Apakah penyajian Gambar mudah dimengerti dan telah sesuai dengan pedoman ?	Ya